|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分 类 号： | 密 | 级： |
| 学校代码： 10639 | 学 | 号： 1371070102 |



**硕 士 学 位 论 文**

**题** 目四川小寨子沟国家级自然保护区监

测与信息管理系统研究

**作** **者**  孙承东 **完成日期** 2016 年 4 月 21 日

**培 养 单 位**  绵阳师范学院

**指 导 教 师**  胡进耀 教授

**校外指导教师**  何蓉 高级工程师

**专** 业 环境工程

**授予学位日期**

**四川·绵阳**

**二○一六年** 四 **月**

[目录I](#_bookmark0)

[Abstract VII](#_bookmark2)II

第 1 [章 引言 1](#_bookmark3)

[1.1 目的和意义 1](#_bookmark4)

[1.2 小寨子沟国家级自然保护区概况 2](#_bookmark5)

[1.3 国内外研究现状 4](#_bookmark6)

[1.4 论文研究内容与技术路线 6](#_bookmark7)

[1.5 论文结构安排 7](#_bookmark8)

[第 2 章 相关技术研究分析 9](#_bookmark9)

[2.1 WebGIS 技术相关技术研究 9](#_bookmark10)

[2.1.1 WebGIS 概述 9](#_bookmark10)

[2.1.2 WebGIS 功能及优势 9](#_bookmark10)

[2.1.3 WebGIS 的主要实现方法 10](#_bookmark11)

[2.2 Ajax 技术 12](#_bookmark12)

[2.3 ArcGIS Server 平台研究 13](#_bookmark13)

[2.3.1 ArcGIS Server 技术 13](#_bookmark13)

[2.3.2 ArcGIS Server 技术优点 14](#_bookmark14)

[2.4. NET 平台 14](#_bookmark14)

[2.4.1 ASP. NET 14](#_bookmark14)

[2.4.2. NET 平台和 J2EE 平台的比较优势 14](#_bookmark14)

[2.5 SQL Server 数据库技术 15](#_bookmark15)

[2.5.1 SQL Server 的体系结构 15](#_bookmark15)

[2.5.2 SQL Server 的特点 15](#_bookmark15)

[2.6 系统开发方案 16](#_bookmark16)

[第 3 章 监测指标体系研究 17](#_bookmark17)

[3.1 保护区监测体系构建 17](#_bookmark18)

I

[3.1.1 自然保护区监测指标体系构建的技术路线 17](#_bookmark18)

[3.1.2 自然保护区监测指标体系结构层次划分依据 17](#_bookmark18)

[3.1.3 监测指标采集方法 18](#_bookmark19)

[3.2 监测指标内容 18](#_bookmark19)

[第 4 章 系统设计 21](#_bookmark20)

[4.1 系统设计目标 21](#_bookmark21)

[4.2 系统设计原则 21](#_bookmark21)

[4.3 系统分析 21](#_bookmark21)

[4.3.1 需求分析 21](#_bookmark21)

[4.3.2 可行性分析 22](#_bookmark22)

[4.4 系统结构设计 23](#_bookmark23)

[4.5 系统功能设计 24](#_bookmark24)

[4.5.1 基础信息管理模块功能设计 24](#_bookmark24)

[4.5.2 WebGIS 模块功能设计 24](#_bookmark24)

[4.5.3 后台管理 26](#_bookmark25)

[4.6 数据库设计 27](#_bookmark26)

[4.6.1 数据库设计 27](#_bookmark26)

[4.6.2 数据库安全设计 30](#_bookmark27)

[第 5 章 系统实现 33](#_bookmark28)

[5.1 系统开发环境 33](#_bookmark29)

[5.2 系统功能实现 33](#_bookmark29)

[5.2.1 系统登陆界面及首页 33](#_bookmark29)

[5.2.2 保护区概况 35](#_bookmark30)

[5.2.3 保护区管理 35](#_bookmark30)

[5.2.4 地图浏览功能 36](#_bookmark31)

[5.2.5 综合信息查询功能 37](#_bookmark32)

[5.2.6 测量功能 39](#_bookmark33)

[5.2.7 专题图制作功能 41](#_bookmark34)

II

[5.2.8 后台管理 41](#_bookmark34)

[第 6 章 总结展望 43](#_bookmark35)

[6.1 研究总结 43](#_bookmark36)

[6.2 对未来的展望 43](#_bookmark36)

[参考文献 45](#_bookmark37)

[致谢i](#_bookmark38)

[关于学位论文使用授权的声明ii](#_bookmark39)

[关于学位论文原创性的声明iii](#_bookmark40)

[在学期间的科研情况iv](#_bookmark41)

III

IV

摘 要

四川小寨子沟国家级自然保护区位于“龙门ft主中央大断裂带”，2008年保护区内自然资源环境遭到了严重的破坏。加强对自然保护区内资源的监测和修复，健全自然保护区内资源管理机制十分重要。将WebGIS技术运用在保护区自然资源监测和管理等工作中，可以为保护区管理人员提供详细的信息数据，还为广大群众了解自然保护区的相关信息提供了简单快捷的方式，有着重大的意义。

本文研究建立全面、高效、便捷的自然保护区监测与信息管理系统，实现对保护区内资源的动态监测与管理。以ArcGIS10.2作为Web GIS二次开发平台；以Visual Studio 2012作为系统设计开发平台，以SQL Server作为系统开发设计的数据库设计平台；通过对当前主流WebGIS相关技术JSP、ASP、COM/DCOM、J2EE等的分析、比较，确定采用ASP作为系统前端框架结构；在. NET平台下利用相对满足小寨子沟国家级自然保护区现状的ASP. NET开发语言，作为本系统的后台编译语言；采用Ajax异步刷新技术以满足监测功能中测量、坐标显示等WebGIS功能的页面需求。

本文根据保护区的监测管理的工作需求，设计了自然保护区监测与信息管理系统的保护区概况、保护区管理、生物多样性管理和生态旅游管理四大主体管理模块；根据保护区GIS功能需求，设计了地图浏览、信息查询、坐标测量和专题图制作四个GIS操作功能模块。最后，在系统功能模块实现与全面测试的基础上，介绍了系统整体部署结构及优化配置策略，并通过对本文研究内容的全面总结，提出了系统的进一步完善构想。

本文的研究内容对于加强“龙门ft地震带”的生态环境的监测、修复以及小寨子沟国家级自然保护区的信息化管理有着重大意义；对合理、科学、高效地进行保护区监测管理工作提供新的技术支持，有利于提高保护区管理决策的科学性和时效性，具有较高的推广应用价值。

**关键词：**WebGIS；自然保护区；信息管理系统； Ajax；小寨子沟

V

VI

**Abstract**

Sichuan Xiaozhaizigou National Nature Reverse, located at the major central fault zone of Mt. Longmen, was greatly damaged due to the 8-magnitude earthquake on May 12, 2008. It is in great importance to strengthen the monitoring and restoration of resources as well as improve the management mechanism of resources in nature reserves. The application of WebGIS technology in the monitoring and management of natural resources in protected areas can provide reserve managers with detailed information. In addition, it provides a simple and quick way for the pubic to understand the relevant information of nature reserves as well, which has great significance.

This thesis studies the establishment of a comprehensive, efficient and convenient monitoring and information management system, realizing the dynamic monitoring and management of resources in this nature reserve. This system, taking ArcGIS10.2 as the GIS Web secondary development platform, Visual Studio 2012 as the system design and development platform, and SQL Server as the database design platform of the system development and design, determines the use of ASP as the front end of the system framework through the analysis and comparison of the current mainstream WebGIS related technologies JSP, ASP, COM/DCOM, J2EE, etc. Besides, it uses the ASP. Net development language that relatively meet the current situation of Xiaozhaizigou National Nature Reverse under the NET platform as the background compiled languages of this system. It aiso adopts Ajax asynchronous refresh technology to meet the monitoring function of measurement, coordinate display and other functions of the page WebGIS.

This thesis, according to the monitoring and management needs analysis of the nature reserve, designs and constructs the four main management modules of the information management system of nature reserves, i. e. protection zone, management of the protected area, biodiversity management and ecological tourism management, which takes the monitoring management, animal and plant resources management and tourism management as the main content. At the same time, according to the GIS functional requirements of the nature reserve, it designs four GIS operating functions: map browsing, information query, coordinate measurement and thematic map making. Finally, based on the realization of the system function module and the overall test, this thesis introduces the overall system deployment structure and the optimal allocation strategy, and puts forward the further improvement of the system through a comprehensive summary of the content of this study. All in all, this thesis plays a crucial role in strengthening the monitoring and restoration of the ecological environment of

VII

The" Mt. Longmen seismic zone" as well as the information management of Xiaozhaizigou National Nature Reverse. Meanwhile, it has a high value of popularization and application toward providing a new technical support for the rational, scientific and efficient monitoring and management, as well as improving the scientificity and timeliness of the management decisions of the nature reserve.

**Key words ：;** WebGIS; Nature; Reserve; Information; Management; System; Ajax

Xiaozhaizigou;

VIII

目 录

[摘要V](#_Toc686421642) 2

[Abstract VIIII](#_Toc686421643) 2

[摘 要](#_Toc686421644) 5

**[Abstract](#_Toc686421645)** 7

[第 1 章 引言](#_Toc686421646) 8

[1.1 目的和意义](#_Toc686421647) 8

[1.2 小寨子沟国家级自然保护区概况](#_Toc686421648) 9

[1.3 国内外研究现状](#_Toc686421649) 9

[1.4 论文研究内容与技术路线](#_Toc686421650) 10

[1.5 论文结构安排](#_Toc686421651) 10

[第 2 章 相关技术研究分析](#_Toc686421652) 12

[2.1 WebGIS技术相关技术研究](#_Toc686421653) 12

[2.2 Ajax技术](#_Toc686421654) 14

[2.3 ArcGIS Server平台研究](#_Toc686421655) 14

[2.4 . NET平台](#_Toc686421656) 15

[2.5 SQL Server数据库技术](#_Toc686421657) 15

[2.6 系统开发方案](#_Toc686421658) 15

[第 3 章 监测指标体系](#_Toc686421659) 16

[3.1 保护区监测体系构建](#_Toc686421660) 16

[3.2 监测指标内容](#_Toc686421661) 17

[第 4 章 系统设计](#_Toc686421662) 19

[4.1 系统设计目标](#_Toc686421663) 19

[4.2 系统设计原则](#_Toc686421664) 19

[4.3 系统分析](#_Toc686421665) 19

[4.4 系统结构设计](#_Toc686421666) 20

[4.5 系统功能设计](#_Toc686421667) 20

[4.6 数据库设计](#_Toc686421668) 22

[第 5 章 系统实现](#_Toc686421669) 32

[5.1 系统开发环境](#_Toc686421670) 32

[5.2 系统功能实现](#_Toc686421671) 32

[第 6 章 总结展望](#_Toc686421672) 37

[6.1 研究总结](#_Toc686421673) 37

[6.2 对未来的展望](#_Toc686421674) 38

[参考文献](#_Toc686421675) 39

表格目录

表3-1 国家级自然保护区监测内容 17

表3-1 基础地理数据表 22

表3-2 生物多样性数据表 23

表3-3 巡护监测数据表 24

表3-4 保护区基础数据表 25

表3-5 动物资源数据表 25

表3-6 植物资源数据表 26

表3-7 巡护日志数据表 26

表3-8 标本信息数据表 27

表3-9 视频信息数据表 28

表3-10 图片信息数据表 28

表3-11 文本信息数据表 29

表3-12 用户信息表 30

# 第 1 章 引言

## 1.1 目的和意义

建立自然保护区是保护自然资源和自然环境的最重要、最有效的措施之一[1]，是保护自然资源与自然环境，保护具有代表性的濒危及受威胁状态的物种及其生境，实现生态环境和生物资源的和谐发展与永续利用的重要手段[2]。

1872年，世界上第一个自然保护区——美国黄石国家公园（Yellow Stone

National Park）建立，面积约为810000公顷[3][51]。经过近150年的发展，人类在保护自然资源、自然环境方面的工作进展迅速，逐步形成了日趋完善的自然资源与环境的保护形式，保护成效也十分显著。目前，全球共建立约10.2万处自然保护区及国家公园，总面积近两千万平方公里，约占地球总面积的13%[4]。从1956年划定第一批自然保护区，我国自然保护区的数量不断增多，2013年统计我国各类自然保护区的数量已经超过2500个（其中国家级自然保护区407个）总面积约为

150亿公顷，约占我国陆地国土面积的15%[5]。虽然我国自然保护区建设起步晚，

但是经过50余年的努力，我国的自然保护区事业得到了迅速的发展，在数量和规模上已经超过了很多发达国家，基本形成了布局相对合理、类型较为齐全的自然保护区体系[6]。

随着自然保护区规模和数量的不断壮大，我国的自然保护区正处于由数量型向质量型转变的关键时期，不论是管理形式还是管理内容，科技、经济以及社会的可持续发展对自然保护区管理提出了更高的要求[6]。在自然保护区的管理过程中，如种群分布、巡护、监测等大量信息的数字化管理是自然保护区发展的迫切需求，而传统数据存储方式显然无法满足数字化管理的要求，也就是说管理手段落后是制约我国自然保护区发展的重要障碍，所以在自然保护区管理上综合运用先进的数字化技术和网络技术等现代化信息技术手段，建立先进的自然保护区信息管理平台尤为重要。自然保护区信息是自然保护区重要的资源之一，对自然资源的充分开发利用是对自然保护区资源管理的有效途径[7]。自然保护区的数据资源大多与空间位置密切相关，结合地理信息技术管理自然保护区的信息资源建立基于WebGIS的自然保护区信息管理系统可以有效地提高自然保护区的管理水平，实现自然保护区属性数据和空间数据的管理；也可以通过文字、图片、地图等多种直观的形式，提高广大的民众对于自然保护区的了解程度，结合先进的管理手段，综合运用地理信息技术、计算机技术、网络技术建立自然保护区信息管理平台[8]，对保护野生动植物、拯救濒危动植物、监测分析保护区自然资源动态变化以及灾后重建工作意义重大。

建立基于WebGIS的自然保护区信息管理系统的目的和意义主要表现在以下几个方面：

1

（1）改善自然保护区信息数据管理手段，提高自然保护区的管理效率。利用数据库技术建立基础地形数据库、动植物资源数据库、生态旅游资源数据库等，结合组件式GIS技术与办公自动化技术(OA)、管理信息系统技术（MIS）[9]，开发出文字、图片、表格、管理一体化的基于WebGIS的自然保护区信息管理系统，可以综合管理自然保护区自然资源、显示自然保护区景观资源、查询自然保护区概况信息、管理自然保护区日常工作[10]，为自然保护区的属性数据和空间数据的收集、存储、分析、利用和共享提供方便；

（2）促进自然保护区的功能研究和开发，为自然保护区发展提供支持。

WebGIS技术具有属性信息和空间信息一体的优势，利用WebGIS技术的空间数据管理与分析功能，对自然保护区地形地貌、物种多样性和动植物资源分布的研究及生态系统演变模型的预测分析[11]，为自然保护区的基础设施建设规划、野生动植物及栖息地保护规划、生态旅游规划、科研教育规划等工作提供科学的决策依据。

（3）提高普通群众对自然保护区的关注和了解我国自然资源、野生动植物保护状况，有助于加强普通群众对自然资源、野生动植物保护的理解，同时还可提高自然保护区在国内外的影响力，促进自然保护区建设。

## 1.2 小寨子沟国家级自然保护区概况

四川省北川羌族自治县的四川小寨子沟国家级自然保护，建于1979年，主要以[大熊猫](http://baike.baidu.com/view/6604.htm)、[金丝猴](http://baike.baidu.com/view/10047.htm)、[扭角羚](http://baike.baidu.com/view/31720.htm)等珍稀濒危野生动物及森林生态[系统](http://baike.baidu.com/view/25302.htm)为保护对象[12]。保护区距离成都250km，地理坐标为东经103°45′至104°26′，北纬31°50′至32°16′。保护区最高海拔4769米，最低海拔1160米。小寨子沟保护区位于大熊猫分布的核心ft系——岷ftft系的腹心地带，其北交松潘县白羊保护区，南连茂县宝顶沟保护区。大熊猫栖息地面积约四百平方公里，占保护区总面积的90%，种群密度为6.74平方公里一只，是大熊猫种群密度最高的地区[13]。

保护区地质历史古老悠久，ft峰陡峭、悬崖险布、河谷深切、曲溪梯瀑。水系为长江上游的重要支流——涪江的源头区。气候属北亚热带湿润季风类型[1]。独特的地理位置和特殊的环境、气候条件孕育了保护区丰富的生物多样性。

保护区的植被处于东部常绿阔叶林带和西部硬叶常绿阔叶林带的结合部，植被类型极其多样，垂直带谱明显。从低海拔到高海拔包括了阔叶林、针叶林、灌丛、草甸和高ft稀疏植被5个植被型组、10个植被型、22个群系组。保护区良好的自然植被，丰富的食物资源，是动植物的生息繁衍的理想场所。

保护区内的植物物种丰富，多样性明显，古老特有物种多，地理成分复杂，并表现出了显著的过渡性。已知有高等植物212科1858种，其中有一级野生重点

保护植物：红豆杉、光叶栱桐、银杏3种，二级野生重点保护植物有：四川红杉、

水青树、连香树、油麦吊云杉、巴ft粗榧等12种。

2

保护区地处我国和全球动物多样性最丰富和独特的西南区，动物组成物种丰富、起源古老，分系复杂。脊椎动物有5纲27目96科266属465种，其中鱼类 2

目3科6种，两栖类2目6科23种，爬行类1目6科19种，鸟类16目56科306

种，兽类7目27科111种。脊椎动物的物种数量占四川省脊椎动物种类数量的35%。

昆虫资源也十分丰富，鉴定到种的有17目84科247种。区内有国家重点保护野

生动物有64种，其中一级重点保护野生动物有大熊猫、金丝猴、扭角羚、斑尾榛鸡、金雕等14种，占四川省一级保护动物的54%[15]。二级重点保护野生动物有：黑熊、小熊猫、猕猴、血雉、岩羊、金猫等50种，占四川省二级保护动物的50%。分别占全省同类的40.5%和22%[16]。

保护区功能区划充分考虑了保护需求、社区发展，具有很强的资源保护管理可操作性。保护区内无居民居住。周边社区涉及青片、白什、马槽、小坝4乡13

村，人口密度为13人每平方公里，属羌族集中居住地，民风淳朴，民族历史文化悠久、独具特色。保护区经过多年的建设和发展，完善了管理机构，建立了保护区管理处和4个保护站，有职工25人，具备了能够开展保护、管理和科研等工作的人员与相关条件。目前的管理机构为四川小寨子沟自然保护区管理处，它是全民所有制副处级事业单位，受四川省北川羌族自治县人民政府领导。管理处下设办公室、保护科、科技科教和对外协调科3个科室，以及大火地、蔡家坪、正河、

白什、马槽等5个保护站。

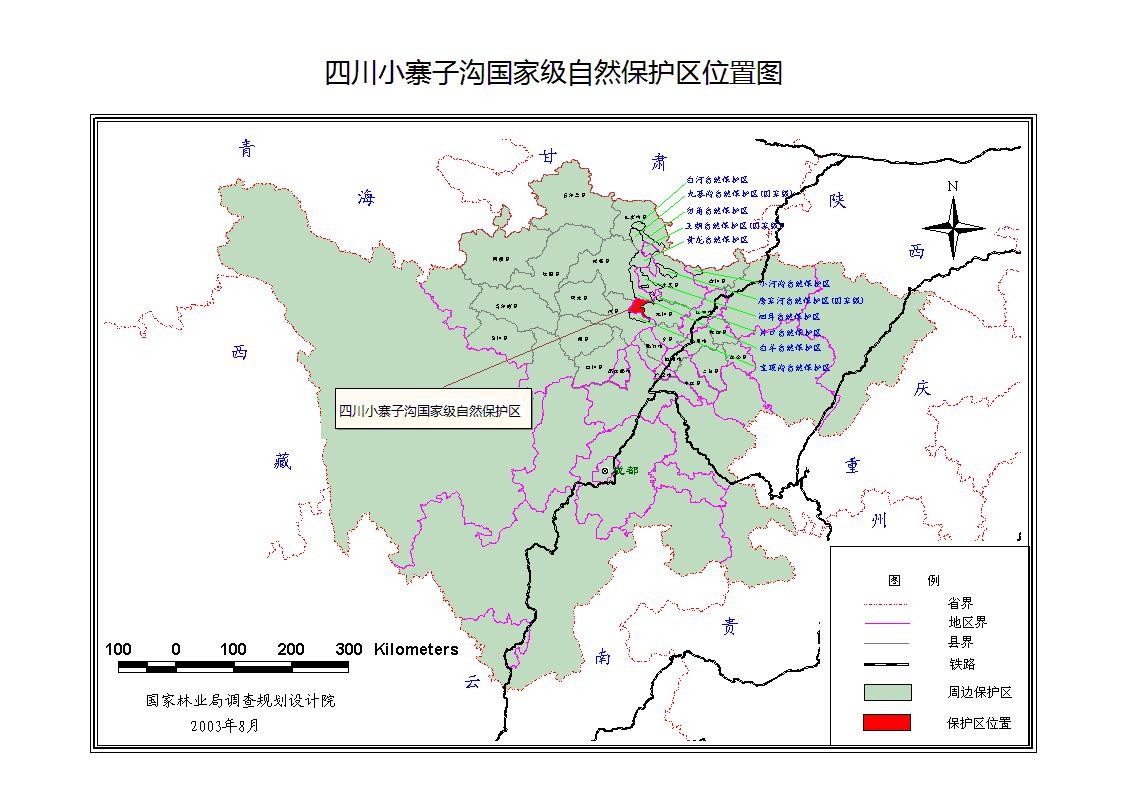


图1-1 四川小寨子沟国家级自然保护区位置图

Fig. 1-1 the location map of Sichuan Xiaozhaizigou National Nature Reverse

3

## 1.3 国内外研究现状

国外自然保护区建设起步较早，有着丰富的自然保护区建设与管理经验。各个时期的研究者都在根据自然保护区在建设、管理过程中所遇到的问题进行分析、总结并提出应对策略，同时将最新的信息技术融入到自然保护区的管理中，不断提出新的管理手段，新的管理机制。

在自然保护区的管理方面，国外一些先进的管理理念非常值得借鉴，最典型的就是社区参与和社区共管，通过社区居民积极参与到自然保护区的各项管理工作中来保障保护区管理政策法规得以落实，提高保护区社区民众的积极主动性[52]。加拿大是最早将数字化技术应用于自然保护区管理的国家，1963年，加拿大测量学家罗杰・汤姆林森第一次提出了“地理信息系统”这一名词，随后建立了历史上第一个地理信息系统——加拿大地理信息系统[18]。1972年，加拿大国家公园管理局研发并建立了更全面的地理信息系统，实现了自然保护区土地的规划和利用、动植物的管理和监测、旅游区的规划和管理等。随着地理信息技术的高速发展，

GIS在自然资源保护和管理领域逐步得到广泛的应用，进而出现了WebGIS技术，建立了一批以WebGIS技术为基础的自然资源保护与管理平台，比如英国的English

Nature网站（*http: [//www. naturalengland. org. uk](http://www.naturalengland.org.uk/)*）应用WebGIS技术建立了英国自然保护区信息平台，可以方便的进行保护区地图数据的搜索和查询[53]。1995年，美国建立了位于佛罗里达州的基于WebGIS的湿地信息系统，在该系统中用户通过web页面访问和查询系统中的数据信息，同时可以通过web技术调用ArcGIS的部分功能，对系统数据进行统计和分析，并以文字、表格和图形等方式展示数据与数据之间的变化关系[19]。1997年，美国加利福尼亚州资源局为了能够向广大公民、民间集体和政府机构等提供较为全面的全州范围内的湿地信息，研发并建立了加利福尼亚州湿地地理信息系统(CWIS)，并通过Web技术实现了信息共享[20]。

随着中国生态环境建设和自然保护区建设工作的开展，在自然保护区的管理、决策、规划制定以及生物多样性监测等工作中应用地理信息技术的研究日益增加，促进了保护区的科学化管理程度，为自然保护区动植物资源的评价与开发利用提供了科学的依据。数字化自然保护区理论研究工作取得了一些进展，但数字自然保护区平台的建设仍处于起步阶段。自上世纪90年代以来，许多自然保护区相继开展了各种类型地理信息系统的筹备和建立工作[12]。

1992年，中国科学院昆明动物研究所展开了生物多样性保护信息库的建设，为我国自然保护区的信息化建设提供了坚定的基础[23]。1997年，欧晓昆等对西双版纳自然保护区地理信息系统进行了研究，提出了建立该保护区地理信息系统的理论框架、目标和系统的基本功能[17]。2001年，张洪亮等用结构化系统分析方法分析和设计了西双版纳自然保护区纳板河可持续发展信息系统[21]。2002年，陈立伟等根据对我国目前在建立自然保护区及生物多样性信息系统过程中面临的困难

4

和障碍提出了数据标准的思想[12]。2002年，王岚、袁道凌等以建立湖北省自然保护区数据库为例，在计算机硬软件的支持下，把有关自然保护区信息和数据储存在计算机中，实现对这些信息和数据的录入、输出、修改、传输、安全、检索、统计、评价、预测、模拟和决策等功能。该系统使保护区在管理中大大节省了人力、物力、财力，同时能够快速、高效的为自然保护区的管理、建设和发展提供可靠的决策支持[22]。2003年，常禹等在地理信息系统的基础上，通过对遥感数据进行景观分类和对环境因子的空间表达进行分析，确定了长白ft自然保护区森林景观分布的环境（包括年均温、年降水量、坡度和坡向）范围[24]。2007年，张波论述了建立基于GIS的自然保护区信息管理系统的目标、总体结构和开发运行环境，并对自然保护区的基础数据库、信息管理与发布子系统的建设内容和功能进行了详细描述[26]。2008年，朱超洪提出了利用Java、C#语言和Map Objects控件开发升金湖自然保护区管理信息系统的总体目标和技术路线，阐述了自然保护区管理信息系统的开发、数据库建设及主要功能实现的方式，该系统的建立提高升金湖自然保护区大大管理部门的管理水平[27]。2010年，张秋劲提出建立四川省自然保护区信息管理系统，介绍了四川省自然保护区信息管理系统的设计思路、框架结构及运行界面。以ArcGIS Server为开发平台，使用SQL Server管理属性数据，采用四川省1: 25万基础地理数据，设计了四川省自然保护区信息管理系统，为自然保护区的管理提供一个科学、准确的决策支持[28]。

国内学者也曾针对“基于WebGIS的自然保护区信息管理系统设计”进行了初步探讨，将Web技术与GIS技术结合。李海燕等人结合B/S和C/S技术，采用Microsoft IIS、Supermap IS、SQL Server以及Supermap SDX+等网络与数据库技术提出了建立基于WebGIS的洪河自然保护区网络地理信息系统的总体框架[29]，对WebGIS在自然保护区的应用作了一些探索，并通过洪河自然保护区具体实例说明

WebGIS在保护区的应用研究。李延莉等人利用ArcIMS开发了基于WebGIS的自然保护区地理信息系统，基本实现网络地理信息系统的相关操作，如地图的放大缩小和全图显示；对于空间地形图的分层管理；对于空间和属性数据查询的双向可视化；对于保护区缓冲区和监测巡护路径的分析、对于不同专题要素地图的制作等功能，但是仅局限于内部局域网[18]。

当前我国投入使用的自然保护区信息管理系统大多还在以Arc GIS或者Map

GIS等软件的单机或局域网联机的相关图层的操作，对于网络技术的应用还只是简单的浏览信息，并未做到完全做到在网络上对保护区的空间和属性数据进行编辑和分析等操作。仅有的部分网络地理信息系统其网络系统结构多数仍采用C/S模式，应用于单位内部局域网范围内的数据共享，而对于面向同时局域网和广域网

B/S模式，目前较为成熟的应用案例还较为少见。

5

## 1.4 论文研究内容与技术路线

随着网络的普及和WebGIS技术的飞速发展，用户对于系统的交互性、功能性和便捷性等方面的要求越来越高，WebGIS需要不断改进以满足不同用户的不同需求。本文的主要目标是研究小寨子沟国家级自然保护区面向公众用户和自然保护区工作人员的WebGIS系统，在系统的设计和开发过程中将探索怎样利用Ajax、ArcGIS Server平台等提高系统的交互性和功能性，提升用户体验，使系统更好的为自然保护区信息管理提供服务。

具体研究内容主要包括以下几个方面：

1．分析WebGIS的主要原理、总体架构以及相关实现技术，选择满足本系统的前期需求分析的结构模式和实现技术，提出系统的具体的开发方案。

2．在ArcGIS Server平台基础上研究建立WebGIS自然保护区管理信息系统，研究系统用户端和服务器端的实现过程，并进行系统的设计和开发。

3．分析了Ajax技术框架，利用Ajax技术和ArcGIS Server对系统进行开发，实现异步刷新，使得用户获得良好的用户体验和交互性。

技术路线图如图1-2所示。

数据调查

文献资料数据

保护区基础数据

社区经济数据

系统维护

需求分析

系统分析

可行性分析

用户确认

整体设计

试运行

功能设计

系统设计

系统实施

数据库设计

Y

系统实现

N

系统测试

图1-2 技术路线

Fig. 1-2 the technical route

6

## 1.5 论文结构安排

本论文共分为六章，论文主要内容如下

1．介绍自然保护区的发展情况和WebGIS在自然保护区系统中的应用现状以及论文研究的内容、目的和意义。

2．介绍本系统的相关技术研究，在需求分析和可行性分析的基础上，为本系统选择合适的开发技术和开发方案。

3．介绍了自然保护区监测指标体系的内容及监测方式等。

4．介绍基于WebGIS自然保护区信息系统设计方案，包括系统总体设计、体系结构设计、数据库设计和功能模块设计等。

5．介绍基于WebGIS自然保护区信息系统的实现方式和实现结果。

6．总结了论文的研究成果以及对未来工作的展望。

7

8

# 第 2 章 相关技术研究分析

## 2.1 WebGIS技术相关技术研究

### 2.1.1 WebGIS概述

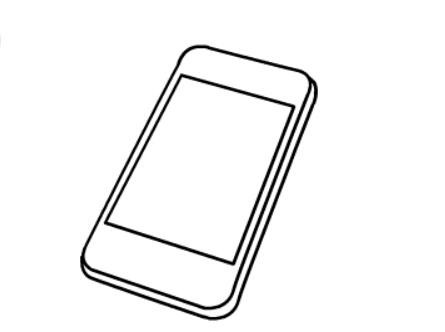
WebGIS 是网络信息技术与GIS集成产生的新技术。结合网络信息技术，

WebGIS不仅可以对本地的空间数据进行管理，同时还可以实现空间数据信息的发布和共享。WebGIS利用Internet协议在网络平台上，实现GIS操作，如信息查询和管理等。WebGIS包括多主机、多数据库与多终端，是一种浏览器/服务器（B/S）结构，服务器端可以向客户端输送信息和服务，而客户端可以获得不同的空间信息和应用等各项功能[54]。

随着社会的进步和科学技术的不断发展，人们对于信息获取的方式越来越多也越来越便捷，为了满足公众用户对自然保护区信息资源的需求，WebGIS已成为

GIS服务发展的主要方向。自然保护区管理人员可以通过Internet浏览器实现GIS系统的相关操作如信息查询和修改、专题图制作、空间数据分析等操作，还可以对地理信息数据进行发布和共享。其原理主要是用户通过网络访问客户端的Web网页，在Web页面进行相应的操作，Web服务器会接收到用户端的操作请求并在做相应的处理后将这些请求提交给GIS服务器，GIS服务器利用相关技术将Web服务器的请求分析处理之后向Web服务器返回图片或者文字，Web服务器获取了图片或文字之后通过Web页面返回给用户[30]。如图2-1所示。

Internet Web/GIS 服 务



客户端



### 2.1.2 WebGIS功能及优势

图2-1 WebGIS基本原理

Fig. 2-1 The fundamental of WebGIS

网络地理信息系统（Web GIS）是指基于Internet平台，可兼容、展示、分析、访问GIS服务的一种计算机信息管理系统[30]。基本思想就是用户通过Internet 客

9

户端在本机浏览器上完成各种GIS操作，如空间和属性数据的查询与修改，专题图制作功能等。Web GIS是目前地理信息系统发展的一个重要方向，随着计算机相关技术的高速发展，其在组织结构、应用技术等方面相比于传统的GIS技术存在着以下几点重要的优势：

#### （1）用户的普遍性

随着网络通信技术的发展，Web服务已十分便捷，广大群众用户通过Internet体验GIS技术带来的便利性有了很大的改善。基于Internet网络通信技术的WebGIS使用户可以很容易的访问地理信息数据、空间服务等资源信息，扩大了GIS技术在普通用户之间的传播范围。相对来说传统的GIS是基于单机或是局域网，技术难度系数和实现成本都相对较高，而且只能为少数专业技术人员所使用，收益群体比较狭小。

#### （2）客户端平台的独立性

WebGIS的应用界面为Web浏览器，客户端方面不需要安装繁琐的软件，对操作系统也没有限制。用户只需要通过Web浏览器就可以访问位于WebGIS服务器中的数据，系统管理人员可以通过Web浏览器进行信息的添加、修改、删除以及系统的管理与维护等操作。

#### （3）系统开发成本的可控性

用户端只需要安装Web浏览器就可以实现GIS相关操作，不需要购买和安装价格昂贵的专业地图软件。很大程度减少了系统开发设计成本，同时简化系统的操作步骤，使得系统的推广普及有了实现的可能性。

#### （4）系统运行的跨平台性

在WebGIS普及之前，GIS软件有针对于不同的操作系统（如Windows、Linux、Matin-tosh）的兼容版本，没有具有跨平台运行的GIS软件，在不同的操作系统要安装不同版本的GIS软件。而基于Java的WebGIS可以做到“一次编成，到处运行(write once, run anywhere)”，具有真正意义上的跨平台性。

#### （5）系统的安全性

WebGIS的服务器采用集中框架结构，可以对用户的访问进行安全限制，根据用户的级别设置权限，使用拥有不同权限的用户名和密码登陆客户端，服务器会根据权限的不同授予不同功能和数据访问内容。权限越高的用户可以进行越多的操作，而普通用户只能对共享资源进行简单的浏览、查询等。

### 2.1.3 WebGIS的主要实现方法

#### 1.基于JSP技术的WebGIS

JSP(Java Server Pages)是一种动态Web技术标准。它在传统的HTML文件中插入Java程序段和JSP标记，形成独有的JSP文件[32]。JSP将网页设计、逻辑和显示分开表示，并且具有组件的可重用性，使基于Web的应用程序的开发变得迅

10

速和容易。Web服务器在遇到访问JSP网页的请求时，首先执行其中的程序段，然后将执行结果连同JSP文件中的HTML代码一起返回给用户，用户只要通过浏览器就能看到请求的数据[31]。插入的Java程序段可以实现对于数据库的操作和重新定向网页等功能，以实现建立动态网页所需要的功能。

用JSP开发的WebGIS(如图2-2)具有跨平台性，即能在Windows操作系统下运行，也能在Linux和其他操作系统上运行，具有响应速度快、传输负担轻等优点

[31]. 另外，JSP对于组件的重用性非常便捷，极大减少了重复的工作量，有利于提高工作效率。

#### 2.基于ASP技术的WebGIS

ASP(ActiveX Server Page)是微软为IIS 3.0开发的动态站点设计技术，主要为服务器服务。它具有动态、高效和易于交互的特点[33]，并且将所有处理全部放在服务器上运行，ASP文件也以HTML页面方式在浏览器里输出。

ASP核心功能是提供处理一般Web应用程序的标准，也就是说它可以取得客户端信息、响应信息、保存变量、维护状态、存取服务器公用程序以及转承数据等，体系结构如图2-2所示。

Web 服务器

浏览器

（JAP/ASP）

GIS

应用服务器

数据库

服务器

图2-2 基于JSP/ASP的WebGIS系统框架图

Fig. 2-2 The WebGIS system frame diagram based on JSP/ASP

基于JSP/ASP的WebGIS系统具有无需编译，直接运行的特性、与HTML紧密集成，开发语言有较好的扩展性、支持组件重复利用，执行效率较高以及开发维护方便等特性。由于系统是基于Windows平台建立，不具备良好的平台无关性，另外，存在网络传输负担重的问题。

#### 3.基于COM/DCOM的WebGIS

COM/DCOM(Component Object Model/Distributed Component Object Model)是微软公司提出的分布式组件对象模型标准，可以满足不同计算机之间的互相通信的功能，其优点是能开发效率较高、成本较低，灵活性较强[55]。客户端与Web服务器之间的交换数据通过ASP或ASP. NET技术来实现；Web服务器与GIS应用服务器之间利用COM/DCOM技术进行通讯；应用服务器通过ADO. NET技术实现与数据库的数据交换[34]。系统架构如图2-3所示。

11

浏览器

（ActiveX 可选）

Web 服务器 COM

GIS

应用服务器

ADO.NET

（ASP/ASP.NET）

DCOM

数据库

服务器

图2-3 基于COM/DCOM的WebGIS系统框架图

Fig. 2-3 the WebGIS system frame diagram based on COM/DCOM

这种结构具有代码重用性以及移植开发和负载均衡能力强等优势。整个系统包括客户端的操作系统和浏览器以及Web服务器、数据库等，大多为微软开发的产品和开发工具所构建，极大的降低了开发难度、开发费用和开发时间。但由于其没有完全开放核心技术. NET的标准，所以并不适合开发复杂的、大型的、异构的系统。另外，系统只能在Windows平台上实现，在防火墙和安全性方面存在不足。

#### 4.基于J2EE的WebGIS

J2EE(Java2 Platform Enterprise Edition)是SUN公司推出的一种基于Java技术的、适合于创建服务器应用程序和服务的Java2平台企业版[35]。它提供了多层分布式的应用模型、统一化的安全模型以及灵活的事务控制[36]。采用此技术开发的

WebGIS系统具有良好的可移植性、可扩展性和安全性等优点。在基于J2EE 的

WebGIS系统架构（如图2-4所示）中客户端的GIS Applet主要用于显示地图图片、为用户与系统之间的交互提供服务，并通过URL把用户的请求提交给Web服务器；

Web服务器的主要作用是根据用户的请求去调用GIS应用服务器相应的地图数据，并把GIS应用服务器生成的地图数据通过URL返回给相应的GIS Applet; GIS应用服务器的功能是生成地图数据，对Web服务器所传达的请求进行操作；数据库服务器主要是用于存储空间数据和业务数据[56]。

浏览器

（GIS Applet）

Web 服务器

（JSP Server）

GIS 应用服务器

（EGB 组件）

数据库

服务器

这种架构具有平台无关、可扩展性、持久有效性和安全性高等优点。但客户端必须有Java虚拟机，GIS Applet的加载降低了系统的速度，GIS服务器对GIS地图服务器有依赖，不利于快速扩展和兼容多种GIS开发平台。

## 2.2 Ajax技术

图2-4 基于J2EE的WebGIS系统框架图

Fig. 2-4 the WebGIS system frame diagram based on J2EE

Ajax（Asynchronous JavaScript and XML）技术，是一种由几种技术集合而成的用于快速创建动态网页的技术。通过客户端后台与服务器进行少量数据交换，实现网页的异步更新[37]。也就是说可以不重新加载整个网页仅对网页中需要的部

12

分进行更新。Ajax包括：基于标准化的XHTML和CSS；通过DOM实现动态显示和交互；通过XML和XSLT来实现数据的交换和处理；XMLHttpRequest异步数据查询与检索；最后使用JavaScript来整合以上所有的技术。

传统的Web页面一般采用同步交互方式。用户通过Web页面向服务器发送一个请求，服务器根据请求内容向用户返回结果，在这个过程中用户的页面是空白的，只能等待整个页面的完全刷新结束。而采用Ajax技术的Web页面，在用户浏览器和服务器之间插入了Ajax引擎，负责用户与服务器之间的数据转发代替用户与服务器之间的直接的数据传输，它独立于用户和服务器，可以实现数据的异步交互，使服务器在向用户返回结果的时候不用刷新整个页面，从而减轻了网络传输压力，增强了用户体验。

其实现原理如图2-5 所示：



客户端（浏览器）

用户界面

JavaScript

HTML+CSS

Ajax

Web 服务器

后台数据

## 2.3 ArcGIS Server平台研究

图2-5 Ajax基本原理

Fig. 2-5 The rationale of Ajax

ArcGIS for Server是一款在服务器基础上的功能强悍的GIS产品，它被用于构建支持多个用户且具有高级GIS功能的集中式管理的企业级GIS应用与服务。它还可以在Web基础上提供众多的[GIS服务](http://baike.baidu.com/subview/3364369/3364369.htm)，为在分布式环境下实现地理[数据管理](http://baike.baidu.com/subview/14717/14717.htm)、制图、地理处理、空间分析、编辑和其他的GIS功能提供支持。同时用户可以通过ArcGIS Desktop和Internet访问和查看共享资源，为GIS资源共享提供了平台。

### 2.3.1 ArcGIS Server技术

ArcGIS Server是一个分布式系统，但是用户所接触到的系统就好像是一个整体系统，用户无需知道资源的来源、站点的分布，它由不同的计算机协调操作，分别在进程的管理、启动和关闭以及对象运行的服务器的负载均衡方而起着专门

13

的作用。ArcGIS Server的主要组成部分分别是客户端、Web服务器、GIS服务器、数据服务器组成。它为用户之间共享GIS资源提供了一个平台，在构建工作组、部门和企业的GIS应用程序等方面有着突出的表现。

### 2.3.2 ArcGIS Server技术优点

ArcGIS Server与传统的WebGIS相比较在数据资源的编辑和分析以及地图服务的提供等方面具有明显的优势。

具体如下：

（1）在服务器端采用集中式管理的方式进行数据的管理、更新以及系统的维护、升级，很好的节约了成本。

（2）用户通过浏览器访问web页面即可使用GIS的基本功能，服务器通过响应客户端用户的请求，反馈各项数据到Web页面，极大的简化了系统和应用程序的操作管理，同时也降低了系统维护的费用。

（3）在分布式环境下完成地理数据的编辑、管理、空间分析和其他的GIS功能。同时分布式的系统结构可以支持大量的用户并发访问，将并发访问均衡的分布在多个服务器上，减少了服务器的压力、加快访问速度、增加了客户体验。

## 2.4. NET平台

### 2.4.1 ASP. NET

ASP. NET是微软公司的一项使嵌入网页中的脚本可由Internet服务器执行的服务器端脚本的技术[41]。因为ASP. NET包括了现在流行的基本所有的开发语言，所以采用ASP. NET技术编译运行程序，具有强大的跨平台性。又因为ASP. NET语言独立化的特性，开发者可以根据编写程序的不同选择不同的语言进行编写。

ASP. NET具有很好的模块化支持特性。ASP. NET可以使用大量组件技术，将Web客户端和Web服务器端之间的网络通信整个地包装起来。由于ASP. NET是在服务器端执行，具备跨浏览器的功能所以开发者可以不必考虑浏览器的版本问题。

### 2.4.2. NET平台和J2EE平台的比较优势

.NET平台的开发与J2EE开发相比具有以下优点：

#### 1)开发应用程序的成本更低。因为. NET平台可以使用标准的商务语言，可以针对设备表示层逻辑进行单独编写。

#### 2)较高的实现效率。J2EE所使用的语言是Java，使用J2EE平台，具有纯语言的优势，但是其不具有语言的独立性，实现效率也相对较低，对于没有接触过

Java的人来说具有一定的难度。使用. NET平台，可以用C#作为开发语言，由编译程序产生中间代码，大大的提高运行效率。

#### 3） 从Web开发来讲，. NET和J2EE的动态网页的开发环境都由Web服务器提供，但ASP. NET和IIS的集成程度更高，可以为在. NET框架上建制、管理、部署Web应用程序的提供更好的平台[44]。

14

#### 4） Microsoft提供了强大而完善的开发工具与环境——Visual Studio. NET。从上述的比较我们可以看出. NET平台将比J2EE平台更能推动WebGIS应用

的普及，因此本研究采用. NET作为系统开发的平台。

## 2.5 SQL Server数据库技术

### 2.5.1 SQL Server的体系结构

SQL Server系统由4个主要部分组成。这4个部分被称为4个服务，这些服务分别是数据库引擎、分析服务、报表服务和集成服务。数据库引擎(SQL Server Database Engine, 简称为SSDE)是Microsoft SQL Server系统的核心服务，负责完成业务数据的存储、处理、查询和安全管理等操作[46]。结构化查询语言(Structured Query Language)简称SQL，结构化查询语言主要用于数据的存储以及查询、更新和管理关系数据库系统，是一种数据查询以及程序设计语言。该语言的主要功能就是同各个数据库建立联系，从数据库中提取查询数据，插入、删除以及修改数据，生成修改和删除的数据库对象，并对数据库进行安全控制以及数据库的完整性及数据保护控制等[39]。

### 2.5.2 SQL Server的特点

SQL Server 2008可以出现在微软术平台是因为它可以使各类型企业运行它们公司的关键任务的应用程序，同时降低了管理数据和发送信息给用户的成本。这个平台具体有一下特点：

#### （1）安全性。

SQL Server数据库基于在各方面功能上的更新与完善，赢得了企业的信任，公司进行的关键性任务的各种应用程序可以放心的交由该数据库完成。这主要体现在SQL Server 2012增加了简单的数据加密、外键管理、增强了审查、改进了数据库镜像等功能。

#### （2）高效性。

SQL Server数据库使得公司可以降低开发和管理他们的数据基础设施的时间和成本。SQL Server 2012对SQL Server提供了显著的改进，由于对安装、建立和配置架构进行重新设计，进一步提高了数据库的工作效率。

#### （3）智能性。

SQL Server 2012提供了一个新的平台，用于为用户提供智能化。改变了初始对数据库操作时，无目的的向用户发送数据与查询职能的传统模式，系统需要根据用户指令后响应并执行相应的操作。SQL Server 2012提供了一个全面的和可扩展的数据仓库平台，它可以用一个单独的分析存储进行强大的分析[47]。SQL Server

2012提供了一个可扩展的商业智能基础设施，使得IT人员可以在整个公司内使用商业智能来管理报表以及任何规模和复杂度的分析。

15

## 2.6 系统开发方案

本系统采用了服务器/客户端混合模式的开发方案，较好的利用了客户端和服务器的资源，提高了用户在客户端的基本操作的响应速度。在客户端部分本系统利用的主要实现技术是JavaScript、Ajax等；服务器部分主要采用ArcGIS Server和Web应用开发框架实现，各部分实现技术的具体作用如下：

1）JavaScript主要用于处理页面数据，把客户端向服务器的请求数据返回结果在地图上显示。同时，JavaScript还要把客户端的请求转发给Ajax，把Ajax处理过的客户端的请求数据返回给客户端并在客户端显示[43]。

2）Ajax的作用主要在客户端，以异步模式提交客户端的请求，并把服务器返回的结果交由JavaScript处理，实现局部刷新。

3）ArcGIS Server作为WebGIS服务器，主要用于处理地图相关的请求。

4）Web应用开发框架主要用于基本图形操作功能，信息查询功能，图层编辑操作与空间分析功能的实现，通过使用. NET ADF提供的Map控件、TOC控件、Overview Map控件、Toolbar控件来快速实现这些功能。

16

# 第 3 章 监测指标体系

## 3.1 保护区监测体系构建

### 3.1.1 自然保护区监测指标体系构建的技术路线

监测指标体系构建是根据自然保护区监测的特点、目的及要求，为更好的评价自然保护区状况，构建出自然保护区监测指标体系。自然保护区监测指标体系的构建过程为：查阅国内外关于自然保护区研究方面的文献资料，着重搜集自然保护区监测与评价指标体系方面的资料，对其监测指标进行统计分析。根据上文监测指标设计原则，结合自然保护区监测的目的，从生态效益、经济效益和社会效益三个方面选取指标，构建预选指标集。采用专家集成法和逐步回归法进行指标因子筛选，构建自然保护区监测指标体系。监测指标体系的构建可用图3-1来表示。

逐步回归

专家咨询

资料查阅

指标收集

分类整理

分类筛选指标

监测指标体系

统计

指标体系构建原则

图3-1 监测指标体系构建步骤图

Fig. 3-1 The step of establish monitoring index system

### 3.1.2 自然保护区监测指标体系结构层次划分依据

自然保护区监测指标体系在结构上分3个层次：监测指标类、监测指标组和监测指标。

#### 1、 监测指标类

指标类从应用出发，依据自然保护区监测的内容和在自然保护区的调查与管理中的作用划分出相互独立、内容完整，互不混淆的十大类，各类之间在反映自然保护区特征上有本质的差异。

#### 2、 监测指标组

指标组是指在指标类范围中，依据科学属性以及监测对象类群相联系的指标组合的共同一致性划分。各指标组反映一个监测类群的同一属性，突出了统计的实用性和系统层次特点。

#### 3、 监测指标

指标要素为系统的基本组成单元要素，它是直接调查、测验和分析计算的信息成果，对指标组的数量、强度、变化速率给予直接度量，处于系统的最基层。

17

本指标体系包括定性指标和定量指标，一般定性指标中包含若干内容，也有定量的内容；定量指标中有的为单一指标，有的为相关联的几个指标构成指标族，以主体指标命名。

总之，通过本指标体系的各个指标要素的作用、贡献、表现和位置等，既可以分析、比较、判别和评价自然保护区背景的差别和变异，自然保护区的状态与发展状态，自然保护区保护管理情况，自然保护区资源的数量和质量；又能够掌握重点自然保护区与一般自然保护区的建设项目、生态保护与利用重大事件动态。

### 3.1.3 监测指标采集方法

1、勘查与询查

采用野外勘查（踏查）结合查阅文献资料（调查报告、技术报告、科研报告、史籍等），经汇整归纳获得监测技术指标的方法。包括自然保护区区域内的自然环境

（水文、地貌、土壤、面积）、类型、自然保护区植被、资源以及自然保护区监测、自然保护区调查历史和自然保护区发展变化情况。

调查与统计

采用向有关业务部门收集资料、现场调查测量等，取得原始资料再根据不同监测指标的需要统计分析获得指标的方法。包括自然保护区区域社会经济状况、自然基本状况、保护管理、服务功能、以及自然保护区威胁因子等指标

3、观测与分析

采用各种设施和方法、设备、观测（测验）以及实验分析获得技术指标的方法。包括自然保护区环境质量、自然保护区面积、自然保护区水文和自然保护区动植物状况等监测指标。

4、计算

以初步获得的指标（原数据）为参数采用数学公式，计算出初期基本监测指标所不能够完成的数据，如自然保护区生物多样性指数等指标的计算。

## 3.2 监测指标内容

根据国家级自然保护区的类型、基础设施建设和关注保护的对象，研究建立保护区监测内容体系，主要分为保护区概况监测、生物多样性监测、生态旅游监测、科研监测、保护区监管信息监测五大体系。

保护区概况监测主要包括功能分区监测、管护体系监测、配套设施监测等；生物多样性监测主要涉及珍稀动植物空间分布、种群数量、迁徙路线动态变化监测；生态旅游监测主要包括生态环境监测和设施工程监测；科研监测主要从科研场所、科研内容以及科研方式3个方面进行监测；保护区监管信息监测主要涵盖保护区内重大基建工程、生态修复工程、违章建筑以及干扰因子等监测。详细内容见表3-1。

研究形成的自然保护区监测内容体系较为系统、全面，具有较强的实用性和

18

适用性，为保护区的监测与保护提供科学的理论指导，为林业、生态、环境等有关地理国情监测提供重要的参考依据。

表3-1 国家级自然保护区监测内容

Table.3-1 Monitoring system of national nature reserve

监测主题监测内容

保护区概况监测 核心区、缓冲区、实验区的空间分布监测；道路、水系、居民地等空间基础信息监测；管护站点、监管站点、巡护路线及界碑界桩等管护体系的类型、地理分布、管理区域

监测；通信、供电和排水等配套设施的分布变化监测生物多样性监测珍稀动物（包括鸟类、昆虫类、两栖爬行类）、动物日常

活动、迁徙路线和生态系统变化监测；保护区内植被覆盖、水系等空间分布和面积等基本信息监测

生态旅游监测保护区内宾馆、餐饮设施、停车场、游客中心等基础设施

地理位置的监测

科研监测 科研基地分布监测，科研路线监测以及科研相关基础设施地理位置监测；环境质量监测、污染源监测、环境污染事故监测；固定样线监测、固定样方监测、随机巡护样线监

测以及其他方式的科研监测；

保护区监管信息监测重大基建工程进度、占地面积等信息监测；湿地恢复监测、退耕还林监测；违章建筑类型、地理位置、范围监测；放牧、偷猎、采药、盗伐、旅游等人类活动监测，对保护区

内已开展的社区公管项目进行监测、评估

19

20

# 第 4 章 系统设计

## 4.1 系统设计目标

我国的自然保护区发展时间较短，所以在管理过程中存在许多问题，如经验不足，缺乏健全的管理体制和统筹规划等，对我国自然保护区快速稳定发展十分不利。本文以小寨子沟国家级自然保护区为例，建立基于WebGIS的自然保护区管理信息系统，有效的管理小寨子沟国家级自然保护区的信息资源，为自然保护区的工作人员和公众用户提供信息管理服务、数据共享等功能。本文通过前期调查和功能分析，确定了以下几个设计目标：

1）服务于公众用户，建立一个基于网络技术和地理信息技术的信息管理系统，将自然保护区的信息通过网络发布出来，为公众提供一个了解和学习自然保护区保护区相关内容的平台。

2）系统通过提供文字、图片、多媒体等多种直观的形式，为自然保护区工作人员和公众用户提供形式多样、内容丰富的信息查询和共享的服务。

3）系统服务于自然保护区，方便自然保护区工作人员对自然保护区的空间和属性数据的管理，加强对自然保护区的信息数据的管理和分析，实现自然保护区的管理信息化。

## 4.2 系统设计原则

为了保证系统设计的科学合理性，满足保护区管理人员和公众用户使用的功能性以及系统开发技术上的可行性，本文根据小寨子沟国家级自然保护区自身的特点，系统设计坚持以下原则：

1）规范性原则：系统的设计和建设严格按照行业标准以及系统平台开发的规范、流程进行。

2）实用性原则：系统建设是以方便自然保护区管理人员对保护区的管理和公众用户对自然保护区的学习了解为目的，因此必须保证系统可以方便用户操作和使用。

3）经济性原则：系统设计要以最小的投资成本，获取最大的成效，实现系统的经济实用性。

4）可维护性和扩展性原则：系统设计过程中要充分考虑WebGIS和自然保护区管理的发展趋势，为系统后期的维护和升级提供便利。

## 4.3 系统分析

### 4.3.1 需求分析

需求分析是整个系统设计的基础工作也是前期调研的重要准备工作。通过系统需求分析，可以明确系统建立的目标、对象和方法，对于自然保护区监测信息管理系统的设计来说需求分析是不可或缺的必要环节。

21

#### （1）用户需求

我国的自然保护区建设历史较短，但是数量和规模已十分可观，经过六十多年的建设也积累了相当丰富的经验，但相比西方国家在管理方法和技术应用稍显不足。在我国“数字林业”和林业信息化的大背景下，信息化管理手段的应用逐渐成为自然保护区发展管理进程的关键。引入先进的管理理念与管理技术到自然保护区的管理工作中，建立自然保护区信息管理系统尝试解决自然保护区管理中存在的问题，是自然保护区建设、资源管理和保护的迫切需要。

#### （2）数据需求

自然保护区数据主要包括：行政区划图、生物多样性分布图、保护区建设规划图等空间数据；动植物资源信息、地貌信息、植被景观信息等属性信息；文字、图片、视频等多媒体数据；

#### （3）功能需求

自然保护区监测管理信息系统的主要管理功能有：地图缩放、点查询、线查询、面查询、属性查询、专题图制作等。系统应用网络结合地理信息系统技术管理自然保护区的空间和属性数据，使保护区管理人员和公众用户通过客户端/浏览器的简单操作实现功能。

### 4.3.2 可行性分析

#### 1） 技术可行性分析

技术可行性分析即分析现有的软件、硬件等技术条件，分析能否达到系统开发的目的以及要求。随着计算机、互联网行业的日益成熟，各行业的信息化水平都有了很大的提高，结合小寨子沟国家级自然保护区现有的硬件基础设施，计算机、PDA和通讯网络站点等各类信息化设备日益完善，保护区监测管理信息系统开发所需的硬件条件已基本得到满足。在软件方面本系统开发所需的操作系统无特殊要求，Windows XP、Vista、win7、win8等都能够满足条件，同时WebGIS技术、ArcGIS Server技术、. NET框架、C#编程语言等为自然保护区监测管理信息系统的开发提供了可靠地技术支撑。因此在利用现有的软、硬件技术条件开发小寨子沟国家级自然保护区监测管理信息系统，实现系统开发的功能目标在技术上是可行的。

#### 2） 经济可行性分析

我国自然保护区经费来源主要包括两个方面，一是政府的政策性拨款，二是自然保护区开展的盈利性旅游项目的收入[48]。党的十八大提出重视生态文明，大力推进生态文明建设，对于一些资源保护型的自然保护区国家增加了相应的资金投入，2007年小寨子沟荣升为国家级自然保护区，且处于5.12地震的重灾区，吸引了各方资源支持自然保护区基础设施的建设。本系统一方面可以利用小寨子沟国家级自然保护区现有的信息技术硬件设备，减少硬件设施上的成本投入。同时

22

本系统的主要开发工具和开发平台相对都比较容易获取，为系统的开发和维护降低了成本。所以，小寨子沟国家级自然保护区监测管理信息系统的研建在经济方面是可行的。

## 4.4 系统结构设计

系统的设计采用3层B/S结构的模式。系统结构如图3-1所示。



IE 等

客户端

数据库访问组件

地图访问组件

Web 服务器

Web 组件

空间数据

数据库服务器

属性数据

其他数据

#### 1） 客户端

图3-1 系统结构图

Fig. 3-1 The system structure diagram

用户通过IE等浏览器连接服务器，查询自然保护区的相关信息。为提高客户的访问速度，可以采用Ajax技术设计客户端。

#### 2) Web服务器

Web服务器是客户端浏览器与数据库服务器数据传输的关键。在. NET环境下对WebGIS平台进行开发，以超文本传输协议作为基础，建立ASP. NET网站。运用C#和ASP. NET语言设计系统界面与功能。

#### 3） 数据库服务器

通过空间数据引擎(ArcSDE)控件技术，采用关系型数据库SQL Server管理空间数据，实现对点、线、面和栅格数据的存取[49]。属性数据通过SQL Server管理

23

软件导入数据库。空间数据通过ArcGIS导入到数据库中。

## 4.5 系统功能设计

对于公众用户来说，他们希望能通过互联网这种方便快捷的方式了解一个自然保护区基础信息，如保护区的基础地理信息、发展现状、特色资源、生态旅游等信息。对于自然保护区的管理人员希望可以通过信息管理系统对自然保护的资源进行更加高效的管理，提高管理水平。因此，对于自然保护区信息管理系统而言，不仅要实现对自然保护区资源的高效管理，还要能够将自然保护区的管理情况和动植物资源数据以文档、图片和视频等方式呈现给公众用户。因此可以将自然保护区信息系统划分为三大功能模块：自然保护区基础信息管理模块、WebGIS功能模块和后台管理模块。

### 4.5.1 基础信息管理模块功能设计

自然保护区基础信息管理功能是方便保护区管理人员管理自然保护区的资源，同时让公众了解自然保护区的概况、欣赏自然保护区自然风光的平台。自然保护区的管理人员通过后台管理功能对自然保护区的相关文档、图片和其他数据资料进行管理和维护，公众用户通过Web页面浏览保护区资源信息。既能使保护区管理人员更加直观的管理保护区资源，又能使公众用户提高自然保护区信息的了解程度。主要分为保护区概况、保护区管理、物种资源管理、生态旅游管理。自然保护区基础信息管理功能设计如图3-2所示。

保护区概况：主要向公众用户介绍小寨子沟国家级自然保护区的基本信息，使用户可以大概的了解保护区的基本情况；

保护区管理：主要介绍小寨子沟国家级自然保护区的监测信息、科研状况和管理人员，以及保护区管理措施、政策法规等情况，从而使用户更好地了解保护区管理现状配合保护区的做好自然资源的保护工作；

生物多样性管理：主要把小寨子沟国家级自然保护区的动物资源、植物资源以图文并茂的形式展现给用户；

生态旅游管理：主要向用户介绍小寨子沟国家级自然保护区的特色资源以及旅游管理和规划等信息，引导游客如何在不破坏自然资源的情况下观光旅游。

### 4.5.2 WebGIS模块功能设计

WebGIS功能模块主要实现空间数据的采集、存储、显示、坐标显示、距离和面积的测量、综合信息查询以及专题图制作等功能，为自然保护区的动植物资源保护、规划建设、科学研究等提供方便。WebGIS功能模块设计如图3-3所示。

24

保护区概况

监测管理

保护区基础信息管理

保护区管理科研管理

人员管理

生物多样性管理

动物资源植物资源

景区介绍

生态旅游管理旅游管理

旅游规划

图3-2 自然保护区基础信息管理功能设计

自然保护区 WebGIS 功能

地图浏览功能

信息查询功能

测量功能

专题图制作功能

Fig. 3-2 The function design of basic information management in the nature deserve

图3-3 WebGIS功能模块

折线图制作功能

柱形图制作功能

坐标显示功能

距离测量功能

面积测量功能

模糊查询功能

属性查询功能

图层控制功能

地图全图显示功能

地图放大缩小功能

Fig. 3-3 The function modules of WebGIS

25

#### 1） 地图查看功能

为用户提供了最基本的GIS功能，包括地图的放大、缩小、全图显示等功能。用户根据自己对数据信息的需求通过简单的鼠标操作，对自然保护区的地图进行直接的放大、缩小和全图显示等操作方便快捷的实现。

地图放大缩小功能：按比例将地图进行放大缩小。用户可以使用鼠标的滚轮在地图上直接进行放大或缩小也可以通过单击工具栏上操作按钮进行地图的放大缩小。

全图显示功能：不管用户之前处于何种操做步骤都可以使用全图显示功能直接恢复原图大小。

#### 2） 测量功能

距离测量功能：测量地图上任意两点之间的实际距离，包括直线、折线。

面积测量功能：测量地图上任意封闭区域的面积，包括圆形，矩形和多边形。坐标显示功能：显示地图上点的坐标。

#### 3） 综合信息查询功能

通过空间和属性的双向查询模式实现自然保护区综合信息的查询功能，包括自然保护区的动植物分布、社区分部、水系、道路等各种特征值的查询，并以不同颜色显示该信息。

#### 4） 专题图制作功能

用户可以根据需要在系统中生成各种统计图表，如柱状图、饼状图、折线图等，也可以制作各种专题地图，如珍稀濒危动植物分布图、保护区内社区分布图和保护区功能区划图等。

### 4.5.3 后台管理

后台管理是针对自然保护区的管理人员所开发的功能。管理员登录系统之后，可以对自然保护区的各个模块信息进行管理和维护，包括文档、图片、动植物信息更新的管理。如图3-4所示。

后台管理

信

息录入

信

息修改

信

息删除

信

息发布

权

限管理

图3-4 后台管理功能

Fig. 3-4 The background management functions

26

## 4.6 数据库设计

数据是数据库设计的基础内容，针对不同的数据要有相对应的数据库。自然保护区的数据库设计要与自然保护区的工作需求紧密相关，设计与之工作需求相应的数据库，为自然保护区工作开展提供有效，可靠的数据支撑。

### 4.6.1 数据库设计

数据库是地理信息系统的重要组成部分，本系统根据保护区的需要将系统数据库设计为属性数据、空间数据以及多媒体数据。

基础地理数据主要包括行政区划、道路、水系、社区、遥感影像数据等。如表3-1。

表3-1 基础地理数据表

Table.3-1 The table of basic geographic data

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | ProvinceBount | 省界 |
| 2 | CityBount | 市界 |
| 3 | CountyBount | 县界 |
| 4 | River | 河流图形数据 |
| 5 | LandUse | 土地利用图形数据 |
| 6 | Road | 公路图 |
| 7 | Rail | 铁路图 |
| 8 | HydLine | 线状水系图 |
| 9 | HydSurface | 面状水系图 |
| 10 | DEM\_NR | 保护区数字地形图 |

生物多样性数据主要是植被类型分布图和珍稀濒危物种分布图等。

表3-2 生物多样性数据表

Table.3-2 The table of biodiversity data

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Vegetation\_M | 植被覆盖图 |
| 2 | Forest\_M | 植被分布图 |
| 3 | WildlifeInfo | 野生动物数据表 |
| 4 | EndangerredInfo | 珍稀濒危保护生物数据表 |
| 5 | DEM\_NR | 保护区数字地形图 |

巡护监测空间数据主要包括巡护路线、监测站点、GPS巡护点、监测样地分布图等。

表3-3 巡护监测数据表

27

Table.3-3 The table of patrol monitor

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Patrol\_M | 巡护路线图 |
| 2 | Monitorpoint\_M | 监测站点分布图 |
| 3 | Monitorplot\_M | 监测样地分布图 |
| 4 | Soil\_M | 土壤分布图 |
| 5 | Temperature\_M | 年均气温等值线图 |
| 6 | Rainfall\_M | 年均降水等值线图 |
| 7 | OtherInfo | 其他数据 |
| 8 | DEM\_NR | 保护区数字地形图 |

属性数据库主要存储一些不具有空间位置信息的业务数据，这些数据在数据库中多以结构化表格的形式存在，并通过特定关系与空间数据建立关联。主要包括：保护区基础信息表、动植物名录表、巡护日志表、标本信息表等。

表3-4 保护区基础数据表

Table.3-4 The table of basic reserve data

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Uid | 部门编号 |
| 2 | UnitName | 部门名 |
| 3 | UnitBrief\_T | 部门简介 |
| 4 | UnitMembers | 部门成员 |
| 5 | OtherInfo | 其他数据 |

表3-5 动物资源数据表

Table.3-5 The table of animal resources

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Aid | 动物编号 |
| 2 | AnimalName | 动物名 |
| 3 | AnimalSpecies | 动物种名 |
| 4 | AnimalGenus | 动物属名 |
| 5 | OtherInfo | 其他数据 |
| 6 | DEM\_NR | 保护区数字地形图 |

表3-6 植物资源数据表

Table.3-6The table of plant resources

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Plaid | 植物编号 |
| 2 | PlantName | 植物名 |
| 3 | PlanSpecies | 植物种名 |
| 4 | PlanGenus | 植物属名 |
| 5 | OtherInfo | 其他数据 |
| 6 | DEM\_NR | 保护区数字地形图 |

表3-7 巡护日志数据表

Table.3-7 The table of patrol log

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Lid | 巡护线路编号 |
| 2 | PatrollineName | 巡护线路名 |
| 3 | Patroldate | 巡护日期 |
| 4 | PatrolCo\_C | 巡护坐标 |
| 5 | Patrollog\_T | 巡护日志 |
| 6 | OtherInfo | 其他数据 |
| 7 | DEM\_NR | 保护区数字地形图 |

表3-8 标本信息数据表

Table.3-8 The table of specimen information

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Sid | 标本编号 |
| 2 | SpeName | 标本名 |
| 3 | SpeSpecies | 标本种名 |
| 4 | SpeGenus | 标本属名 |
| 5 | SpeDate | 标本记录日期 |
| 6 | OtherInfo | 其他数据 |
| 7 | DEM\_NR | 保护区数字地形图 |

还有一些视频、图片、文本等多媒体和文档信息也是完善资源数据库不可或缺的数据。这些数据作为对地理对象特征的进一步表达、说明，不但使保护区的管理和科研工作更加直观形象，同时也扩大了保护区的公众宣传力度。

29

表3-9 视频信息数据表

Table.3-9 The table of video

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Vid | 视频编号 |
| 2 | VideoName | 视频名 |
| 3 | Videobrief\_T | 视频简介 |
| 4 | VideoProvider | 视频来源 |

表3-10 图片信息数据表

Table.3-10 The table of picture

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Picid | 图片编号 |
| 2 | PicName | 图片名 |
| 3 | Picbrief\_T | 图片简介 |
| 4 | PicProvider | 图片来源 |

表3-11 文本信息数据表

Table.3-11 The table of Text

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Texid | 文本编号 |
| 2 | TexName | 文本名 |
| 3 | Texbrief\_T | 文本简介 |
| 4 | TexProvider | 文本来源 |

自然保护区各类型数据间结构，如图3-4 所示。

### 4.6.2 数据库安全设计

数据保护也叫做数据控制，它为数据库系统提供一个安全可靠的数据保护功能，有效的保证数据库稳定有效的运转，主要包括数据库的完整性，安全性和可恢复性。尤其是在数据库系统中大量数据集中存放，为许多用户共享，使安全问题更为突出。所谓数据库的安全性是指保护数据库以防止不合法的使用所造成的数据泄露、更改或破坏。数据库安全性可分为系统安全性和数据安全性。系统安全性是指在系统级控制数据库的存取和使用的机制，包括：有效的用户名和密码的组合；准确的用户授权；有效的数据库审计[50]。数据安全性是指在对象级控制数据库的存取和使用的机制，即用户在对象上允许作哪些操作类型。

30



基 础 地

理数据

巡护监

测空间数据

生物资

源分布数据

野外巡

护数据

资源历

史资料

行

政区划

道 遥

路 感

水 影

系 像

监

测站点

巡

护路线

标

本采集点

植

被分布图

GPS 巡 多

坐标 护 媒

日 体

志 资料

动

植物名录

标

本信息

空间数据库

属性数据库

自然保护区监测与信息管理数据库

图3-4 数据类型结构图

Fig. 3-4 The structure diagram of data types

表3-12 用户信息表

Table. 3-12 The table of user information

| 编号 | 数据表名称 | 数据表含义 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Yid | 用户编号 |
| 2 | UserName | 用户名 |
| 3 | PassWord | 密码 |
| 4 | RealName | 真实姓名 |
| 5 | Sex | 性别 |
| 6 | Rating | 注册级别 |
| 7 | Tel | 联系电话 |
| 8 | Email | 联系邮箱 |
| 9 | State | 是否有效 |

31

32

# 第 5 章 系统实现

## 5.1 系统开发环境

#### 1） 操作系统

服务器操作系统：Window7。

客户端操作系统：Window7，装有IE或者是其他浏览器。

#### 2) GIS平台

GIS平台使用AreGIS Server 9.3

#### 3） 数据库平台

数据库平台采用SQL Server 2012.

#### 4） 开发工具

系统选择. NET开发框架的开发工具VS 2012和C#语言作为开发语言。

## 5.2 系统功能实现

### 5.2.1 系统登陆界面及首页

普通用户可以通过在浏览器地址栏中输入本系统的URL地址访问系统主页进行登陆，输入正确的用户名和密码之后即可进入系统主页查看关于本自然保护区的基础信息，同时可以通过首页的导航栏进入系统的各个模块。如图4-1, 4-2所示。



图4-1 登陆界面

Fig. 4-1 The landing page

33



相关代码如下：

图4-2 系统首页

Fig. 4-2 The system home page



34

5.2.2保护区概况

用户在登陆到本系统页面之后，通过点击保护区概况可以查询关于本保护区的基本概况，如图4-3所示。保护区概况主要分为保护区简介和保护区机构设置两个功能。



5.2.3保护区管理

图4-3 保护区概况

Fig. 4-3 The Introduction of reserve

用户通过点击保护区管理选项进入保护区管理模块，可以查看与保护区管理相关的信息，如图4-4所示。保护区管理分为保护区管理条例、保护区人员管理、保护区监测管理、保护区科研项目管理以及后台管理。



图4-4 保护区管理

Fig. 4-4 The management of reserve

35

### 5.2.4 地图浏览功能

本系统采用Ajax技术框架，用户在使用地图浏览功能的全图显示、放大、缩小、坐标显示等功能时，系统不会刷新整个页面。如果是在同一比例尺的情况下，已经加载过的地图会缓存在本地存储中，将不再访问服务器，可以快速的显示地图，大大提高了系统的响应速度和用户体验。

#### 1） 地图显示

本系统的地图显示采用Map控件实现，Map控件需要与Map Resource Manager控件关联来显示Map Resource Manager中定义的地图资源，而且使用了Ajax异步刷新技术，使得在浏览地图时可以不刷新整个页面也可以实现地图资源的刷新。

#### 2） 放大、缩小和全图显示

本系统提供了2种方式的放大、缩小操作。第一种是在工具栏中使用放大、缩小按钮对地图进行放大、缩小的操作；第二种是使用鼠标滚轮对地图进行放大和缩小的操作。放大缩小是在使用电子地图过程中最基本的功能，本系统的放大缩小功能采用Ajax异步刷新技术避免页面全局刷新，提高用户的浏览效率。地图浏览功能如图4-5所示。



缩小放大工具条

图层信息选择

地图显示窗口

相关代码如下：

图4-5 地图浏览功能

Fig. 4-5 The function of Map browsing

36



### 5.2.5 综合信息查询功能

1)用户可以使用鼠标简单的对地图中显示的信息进行查看，将鼠标箭头放到所在位置就会在地图上以不同的颜色显示该要素的简要信息。在地图上的任意一点单击鼠标左键，如果数据库中存在该点的要素信息，系统就会显示此位置所具有的要素信息，并将每一个要素的属性显示出来。坐标查询信息如图4-6所示。



图4-6 坐标信息查询

Fig. 4-6 The coordinate query

37

相关代码如下：



2）可以根据具体需要，对已录入数据库中的生物多样性及监测管理数据进行多条件精确查询。例如，可以按照纲、目、种、属等分类进行物种信息查询；对于查询出的物种，可以查看其标本详细信息，如图4-7所示。

38



### 5.2.6 测量功能

图4-7 精确条件查询

Fig. 4-7 The exact condition query

测量功能在地图操作中是使用频率相对较高的功能，测量功能在系统工具栏中，主要包括：折线距离测量、多边形面积测量。折线距离测量通过两点连线计算单段距离，再通过首尾端点计算整条折线距离；多边形量算通过三个点以上的首尾闭合点确定多边形形状并计算。

测量功能是WebGIS运用Ajax技术的典型之一，该功能是通过客户端Java script引擎与后台服务器的无刷新交互来实现的。其实现过程是：首先在系统工具栏添加量算工具，然后利用HTML和Java script在客户端构建Measure. ascx空间量算界面，并分别为其添加客户端点、线、面鼠标交互的Java script监听事件。当用户在客户端启动空间量算视图，并在地图显示窗口拖拽和移动鼠标时，Java script引擎将捕捉鼠标在客户端屏幕所在的点、弧段及闭合多边形的坐标信息，并将该信息传递至服务器后台。服务器端通过GetCallbackEventReference（）方法获得客户端传递的屏幕坐标信息，然后利用ICallbackEventHandler接口RaiseCallbackEvent后台处理程序将客户端屏幕坐标转化为地理坐标。处理完成后，服务器端利用GetCallbackResult方法以HTML形式将计算结果返回客户端，客户端浏览器接收返回结果，并利用Java script异步刷新空间量算界面视图[57]。从而实现点地理坐标、线段距离和多边形及圆形面积的局部刷新显示。如图4-8和4-9 所

39



示。



相关代码如下：

图4-8 折线距离测量

Fig. 4-8 The measurement of rectilinear distances

图4-9 多边形面积测量

Fig. 4-9 The measurement of polygonal areas

40



### 5.2.7 专题图制作功能

在本系统中，用户除可以对空间数据库中各个专题的地图进行操作之外，还可以对统计数据库中的生物多样性属性数据或巡护监测属性数据进行分类统计分析，并生成饼状图、柱状图或折线图。例如，可以根据巡护方式、巡护人员、观测到的物种等多种方式对巡护观测数据进行分类统计，或以时间序列为横轴的折线图形式分析某功能区内年均物种的数量变化趋势等。如图4-10所示。



### 5.2.8 后台管理

图4-10 物种数量变化柱状图

Fig. 4-10 The trend chart of species quantity change

自然保护区管理人员登录管理平台后可以对自然保护区的各个模块的属性数

41

据、文档和图片等进行维护和管理，如图4-8所示。



图4-11 后台管理

Fig. 4-11 The background management

42

# 第 6 章 总结展望

## 6.1 研究总结

基于WebGIS的小寨子沟国家级自然保护区监测与信息系统的建成将加快小寨子沟自然资源保护的信息化进程，提高自然保护区的管理水平，为保护区的生态环境科研工作注入新的活力。将WebGIS技术应用于自然保护区的资源调查、经营管理和专业应用等工作中，不仅为自然保护区管理人员提供方便准确的信息，还为外界公众了解自然保护区提供了简单快捷的手段。

在自然保护区的日常管理、生物资源调查、巡护监测及科研活动中涉及到大量具有空间位置特征的地理要素、图形数据和与此相关的业务属性数据。通过GIS技术对区域内的数据信息进行分析处理，并通过网络通信技术及时将信息发布共享，使公众用户能够准确的了解保护区资源管理动态。因此，在自然保护区管理中引入WebGIS系统具有非常重要的意义。

论文在研究与分析了当前我国自然保护区管理信息化发展现状的基础上，以

ArcGIS Server、. NET、Ajax技术等多种技术手段相结合的方式，提出了构建基于

WebGIS的自然保护区信息系统的解决方案，并设计和开发基于WebGIS的小寨子沟国家级自然保护区监测与信息管理系统，实现了部分功能。

本文主要取得了以下研究成果：

1）分析了我国自然保护区管理信息化发展现状，研究了WebGIS实现的相关技术和ArcGIS Server平台，构建了基于WebGIS的自然保护区信息系统。

2）对WebGIS实现技术进行了深入的研究，包括主要技术以及实现方式等，在此基础上确立了系统的总体结构以及开发模式。系统采用三层B/S体系结构，选择ArcGIS Server、. NET和Ajax等技术支持保护区资源信息的发布与共享。

3）对系统进行了详细的设计，包括系统的系统平台构架、功能模块、数据库设计等。

4）实现了基于WebGIS的自然保护区信息系统的基本功能，用户可以通过Web浏览器实现对自然保护区空间数据的基本操作，如地图浏览，信息查询，专题图制作等。保护区管理人员可以通过后台管理对保护区资源信息进行管理和维护并实现信息的发布与共享。

## 6.2 对未来的展望

建立基于WebGIS的小寨子沟国家级自然保护区监测与信息系统为自然保护区的监测与管理提供了方便，但是在系统开发与实现过程中也发现了不少问题需要进一步的完善。

#### 1） 地图数据不完善。在整理小寨子沟国家级自然保护区的地图资料时发现，发现小寨子沟国家级自然保护区的地图数据不是很完善，导致了系统的功能难以

43

达到预期的效果，在系统运行的过程中还需要不断地完善地图数据和调整系统的功能性。

2）系统的部分功能开发难度系数较大，存在缺陷。在系统设计和开发过程中发现部分功能的实现难度比较大，以现有的技术和设备难以完成，因此系统的部分功能可能需要进一步开发。

#### 3） 系统的安全性考虑欠缺。对于保护区监测与管理而言，系统的安全性是十分重要的环节，由于本人经验和技术有限，在安全性方面的考虑有所欠缺，在系统的使用过程中对于安全性需要进一步改进。

4）硬件设备很大程度上难以满足要求。系统的开发和实现过程大多在个人计算机上完成，设备存在缺陷，性能难以满足AreGIS Server均衡负载的能力。

本文以小寨子沟国家级自然保护区为例开发了相关的WebGIS系统，虽然实现了一些功能，但是距离实际推广应用还有一段距离。随着互联网、WebGIS技术、开发技术的不断发展，以及工程师和自然保护区的管理者的不断努力，相信WebGIS技术在自然保护区领域中的应用会不断的提高和完善。

44

参考文献

[1] 高吉，关文彬. “3S"技术与数字自然保护区[J]. 湖北农业科学, 2010, 12: 3188-3191.

[2]王昌海，温亚利，胡崇德，等. 中国自然保护区与周边社区协调发展研究进展[J]. 林业经济问题, 2010, 06: 486-492.

[3]刘成林. 中国自然保护区的类型结构现状及其分析[J]. 南京：南京林业大学学报（自然科学版）, 2008, 06: 138-142.

[4]楚叶峰. GIS的发展过程和发展趋势综述[J]. 长春：长春大学学报, 2008, 12: 40-41.

[5]曹志萍. 城市自然保护区建设与展望[A]. 中国环境科学学会.发展循环经济落实科学发展观——中国环境科学学会2004年学术年会论文集[C].中国环境科学学会, 2004, 5。

[6]刘云强. 我国自然保护区建设与管理的若干问题及建议[J]. 辽宁：辽宁农业职业技术学院学报, 2009, 04: 24-26.

[7]雍严格，曹庆，唐新成，等. 佛坪大熊猫冬季栖息地的功能和面临的主要问题[J]. 陕西：西北林学院学报, 2009, 06: 98-101.

[8]李干杰. 以生态文明建设推动自然保护区事业跨越式发展[J]. 环境保护, 2010, 10: 18-20.

[9]涂菁，沙晋明，张明峰. 基于GIS的自然保护区环境信息系统研究与开发[J]. 大庆：大庆师范学院学报, 2006, 02: 156-160.

[10]万本太. 我国自然保护区事业发展的回顾与展望[J]. 环境保护, 2006, 21: 21-25.

[11]孙春华. 基于GIS和RS的盐城国家级珍禽自然保护区管理信息系统的研制[D]. 南京：南京林业大学, 2007。

[12]董亮. 自然保护区管理模式研究及信息管理系统设计与实现[D]. 浙江：浙江农林大学, 2014。

[13]杨昆，明庆忠. 地理信息技术在自然保护区管理中的应用方法研究[J]. 测绘通报, 2005, 06：

44-46+50.

[14]顾云春. 中国国家重点保护野生植物现状[J]. 中南林业调查规划, 2003, 04: 1-7.

[15]王军. 汶川地震灾后龙门ft成都段旅游地品牌构建研究[D]. 成都：成都理工大学, 2009。

[16]胡进耀. 四川小寨子沟国家级自然保护区综合科学考察报告[M].中国林业出版社, 2015。

[17]欧晓昆，彭明春，闫海忠，等. 西双版纳自然保护区地理信息系统的建立与保护区的管理[J]. 应用生态学报, 1997，S1: 95-98.

[18]李延莉，陈丽敏，韦伟. 基于WebGIS的吉林省自然保护区地理信息系统设计与实现[J]. 环境科学与管理, 2007, 06: 34-37.

[19]姚婧. 基于RS& amp; GIS的三峡库区森林植被景观分类及其分布格局研究[D]. 武汉：华中农业大学, 2008。

[20]张玉龙. 达里诺尔自然保护区地理信息系统设计与开发[D]. 内蒙古：内蒙古农业大学, 2009。

45

[21]王连波. 基于WebGIS的辽河河口湿地管理信息系统的设计与开发[D]. 青岛：中国海洋大学, 2010。

[22]黎良财，杨为民. GIS在自然保护区管理中的应用[J]. 昆明：西南林学院学报, 2004, 03: 68-71.

[23]杨明. 基于ArcGIS Engine的林业生态工程管理信息系统设计与图层管理模块的实现[D].

北京：中国林业科学研究院, 2006。

[24]常禹，布仁仓，胡远满，等. 利用GIS和RS确定长白ft自然保护区森林景观分布的环境范围

[J]. 应用生态学报, 2003, 05: 671-675.

[25]杨康年，罗文锋. 基于GIS的自然保护区管理信息系统建设[J].资源开发与市场, 2005, 03: 243-245.

[26]张波，徐富春，孔益民，等. 基于GIS的自然保护区信息管理系统建设[A].中国环境科学学

会.2007中国环境科学学会学术年会优秀论文集（下卷）[C].中国环境科学学会, 2007: 6。

[27]朱超洪，朱超平. 基于GIS的升金湖自然保护区管理信息系统建设[J]. 资源开发与市场, 2008, 03: 199-200+280.

[28]张秋劲，罗文峰，于飞. 基于WebGIS的四川省自然保护区信息管理系统[J]. 四川环境, 2010，

03: 143-146.

[29]李海燕，罗春雨，高玉慧，等. 基于WebGIS的自然保护区地理信息系统应用探讨——以洪河自然保护区为例[J]. 国土与自然资源研究, 2008, 04: 57-58.

[30] 冀明，王雅轩. WebGIS 实现技术的优劣比较[A]. 办公自动化学会. OA2007 办公自动化学术研讨会论文集[C]. 办公自动化学会, 2007: 3。

[31] 吴恒毅. 小型软件项目管理系统研究与实现[D]. 吉林：长春理工大学, 2008。

[32] 姚晟，丁婧一. 浅谈 JSP 与 ASP 技术的比较[J]. 科技情报开发与经济, 2007, 06: 191-193.

[33] 张强. 基于 WebGIS 的物流车辆跟踪系统研究与应用[D]. 大连：大连海事大学, 2008。

[34]张俊，赵军. 基于Web Service的WebGIS应用系统模式及其与其他模式的比较[J]. 科学技术与工程, 2008, 17: 4873-4876.

[35]陈静，龚健雅，朱欣焰，等. 基于J2EE的分布式Web GIS[J]. 测绘通报, 2004, 02: 27-30.

[36]熊晟欣. WebGIS构架模式探讨[J]. 江西：南昌工程学院学报, 2005, 02: 38-40.

[37]黄葵，朱兴动. 基于ASP. NET AJAX的web页面异步刷新模式研究[J]. 微计算机信息, 2010, 27: 66-67+120.

[[38] http: //wenku. baidu. com/view/d533de57e2bd960591c6775f. html](http://wenku.baidu.com/view/d533de57e2bd960591c6775f.html)

[39]王玉蓉. 青南村村务信息管理系统的研究与开发[D]. 浙江：浙江农林大学, 2013。

[40] 傅明丽. 浅析. NET平台[J]. 科技信息, 2009, 35: 469+443.

[41]楚世湖. ASP. NET现状及其前景[J]. 青年文学家, 2011, 18: 237.

[42]赵占轻，侯国力，边占新. 基于ArcGIS数据互操作模块的空间数据共享实现研究[J]. 西安：西安文理学院学报（自然科学版）, 2011, 02: 74-77.

46

[43]袁媛. 基于WebGIS的台风信息系统研究[D]. 武汉：武汉理工大学, 2009。

[44]卢凤晖. 基于WebGIS的基站管理规划系统的分析与设计[D]. 北京：北京邮电大学, 2008。

[45]王泽根. 可视化编程与数字地图制图[J]. 地图, 2000, 01: 3-5.

[[46] http: //www. docin. com/p-474524112. html](http://www.docin.com/p-474524112.html)

[47]费仕忆. Hadoop大数据平台与传统数据仓库的协作研究[D]. 上海：东华大学, 2014。

[48]王富有，陈建华. 自然保护区经费来源问题研究[J]. 陕西：西北林学院学报, 2008, 06: 226-228.

[49]路军. 空间数据库引擎概述[J]. 知识经济, 2013, 04: 98.

[50]陈玉. 浅谈关系数据库的数据保护策略[J]. 电脑知识与技术, 2010, 03: 526-527.

[51] Satyanarayana B, Raman AV. Application of GIS in the Preparation of species distributional maps for coringa mangroves based on ground truth data[J]. NanJing: Journal of Nanjing Forestry University(Natural Sciences Editions), 2004, (04): 51-53 .

[52] ESRI. GIS Solutions for the Natural Resource Manager, ERSI Technical White Paper[R]. California: ESRI, 2003.

[53] Thomas R. Baker. Internet-Based GIS Mapping Support of K-12 Education[J]. The Professional Geographer, 2005, (01) 44-50.

[54] Vera Pessina, Fabrizio Meroni. A WebGIS tool for seismic hazard scenarios and risk analysis[J]. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2009, 29(9): 223-225.

[55] Lawton, George. New Ways to Build Rich Internet Applications[J]. Computer, 2008, 41(8): 75-79.

[56] Zheng KG, Soomro TR. WebGIS: Implementation Issues. Chinese Geographical Science, 2000, 10(1): 74-79.

[57] Mapguide Enterprise. [Http: //enterprise. mapguide. com/landing/index. php,](http://enterprise.mapguide.com/landing/index.php) 2009.

47

48

致 谢

三年很快就要结束了，在绵阳师范学院这三年的研究生学习生涯中，从开始的种种抱怨到现在的依依不舍，中间有太多的人、太多的事，一点一点的改变着我，让我从一个男孩子变成一个男子汉。在这离别之际，我心中充满着无尽的感激。

感谢我的导师胡进耀教授。感谢胡老师这三年以来的关心和照顾，在这三年中胡老师以严谨认真的科研态度、宽容和善的待人之道无时无刻的影响着我，在胡老师的悉心指导下，我才得以顺利完成毕业论文。在这里向恩师鞠躬，感谢恩师的言传身教。

感谢北川小寨子沟国家级自然保护区的张涛、贺飞，还有我的校外导师何蓉高级工程师，是你们给我了在北川为期一年的实习实践的机会，在北川我学习到了很多学校里难以接触的技能，也感谢你们提供的小寨子沟自然保护区的研究资料，为我完成毕业论文打下了坚实的基础。

感谢吴庆贵老师、杨敬天老师、刘美老师、余波老师和冯靖晶师姐一直以来的支持和鼓励，在我最迷茫的时候给我指明方向，你们是良师更是益友。

感谢同门师妹谢欢欢在我实习期间帮我处理学校的相关事务，感谢聚少离多的研究生同学们，感谢秦海利同学一直以来默默的付出与帮助，感谢一起去雅安、北川、若尔盖出野外采样的师弟师妹们，感谢赵春霖、吴尚明、何周窈、彭桦和李薇同学的无私帮助，谢谢你们对我的支持，和你们在一起的三年将会是我最难忘的三年。

最后，感谢我的家人，感谢爸爸妈妈对我的支持和付出，你们是我乐观面对任何困难的支柱，你们是我在求学路上走的更高更远的动力。

藉此机会向所有关心、支持和帮助过我的老师们，同学们和朋友们表示衷心的感谢，谢谢大家，在今后的道路上我会继续努力。

i

关于学位论文使用授权的声明

本人在导师及校外指导教师的共同指导下完成的本硕士学位论文，知识产权归本人、绵阳师范学院和校外实践基地共有。

本人完全了解绵阳师范学院有关收集、保存、使用学位论文的规定，同意学校保存或向国家有关部门或机构送交论文的纸质版和电子版，允许论文被查阅和借阅。

本人授权绵阳师范学院可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用任何复制手段保存和汇编本学位论文。

本人离校后发表本学位论文中的成果时，第一署名单位应为绵阳师范学院，也可根据专业实践协议署校外指导教师所在单位为第一署名单位。

论文作者签名：

指导教师签名：

校外指导教师签名：

日 期： 年 月 日

保密论文在解密后应遵守此规定。



ii

论文作者签名：

指导教师签名：

校外指导教师签名：

日 期： 年 月 日

关于学位论文原创性的声明

本人郑重声明：本人所呈交的学位论文，是在指导教师和校外指导教师的指导下独立进行研究所取得的成果。学位论文中凡引用他人已经发表或未发表的成果、数据、观点等，均已明确注明出处。除文中已经注明引用的内容外，不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的科研成果。对本文的研究成果做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。



iii

一、学术论文

在学期间的科研情况

1．胡进耀，杨敬田，贺静，孙承东.赤霉素浸种与层积时间对距瓣尾囊草种子萌发的影响[J].四川林业科技,2015, 36(3)：88-90.

2．郑睿，孙承东，周燕霞，胡进耀， 余凌帆.二郎ft大熊猫种群数量调查[J].四川林业科技, 2016, 37(1)：118-120.

3．孙承东，谢欢欢，胡进耀.不同生态恢复措施对天全县方竹生长的影响. [已被四川林业科技收录]

4．谢欢欢，孙承东，胡进耀.不同生态恢复措施对天全县箭竹生长的影响. [已被绵阳师范学院学报收录]

二、科研项目

1．参与研究国家自然科学基金：“中国珍稀濒危植物珙桐分布格局形成机理研究”[NO.31170319]（项目主持人：胡进耀教授）。项目起止日期：2013年1月—2016年3月。已结题。成果形式：论文。

2．参与研究四川省生态安全与保护重点实验室项目：“四川小寨子沟国家级

自然保护区监测与信息管理系统研发“[NO. ESP1413（]

项目主持人：胡进耀教授）。

项目起止日期：2014年6月—2016年6月。已结题。成果形式：论文。

3．主持研究四川绵阳师范学院研究生创新实践基金资助项目：“四川小寨子沟国家级自然保护区监测与信息管理系统研究”[NO. XYCXXM201502]。项目起止日期：2015年4月—2016年4月。已结题。成果形式：论文。

iv