

学号: 2018012998



西北农林科技大学  
NORTHWEST A&F UNIVERSITY

## 2022 届本科毕业论文

### 基于 GeoServer 与 OpenLayers 的雨水 资源 GIS 专题图设计与实现

学 院: 信息工程学院

专 业: 计算机科学与技术

年 级 班 级: 2018 级 2 班

学 生 姓 名: 高瑞

指 导 教 师: 孙红光

协助指导教师: 聂炎明

完 成 日 期: 2022 年 6 月



## 本科生毕业论文的独创性声明

本人声明：所呈交的毕业论文是我个人在导师指导下独立进行的研究工作及取得的研究结果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含其他人和自己本人已获得西北农林科技大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同事对本研究所做的任何贡献均已在论文的致谢中作了明确的说明并表示了谢意。如违反此声明，一切后果与法律责任均由本人承担。

本科生签名： 时间： 年 月 日

## 关于本科生毕业论文知识产权的说明

本毕业论文的知识产权归属西北农林科技大学。本人同意西北农林科技大学保存或向国家有关部门或机构递交论文的纸质版和电子版，允许论文被查阅和借阅。

本人保证，在毕业离开西北农林科技大学后，发表或者使用本毕业论文及其相关的工作成果时，将以西北农林科技大学为第一署名单位，否则，愿意按《中华人民共和国著作权法》等有关规定接受处理并承担法律责任。

任何收存和保管本论文各种版本的其他单位和个人（包括作者本人）未经本论文作者的导师同意，不得有对本论文进行复制、修改、发行、出租、改编等侵犯著作权的行为，否则，按违背《中华人民共和国著作权法》等有关规定处理并追究法律责任。

本科生签名： 时间： 年 月 日

指导教师签名： 时间： 年 月 日



# 基于 GeoServer 与 OpenLayers 的雨水资源 GIS 专题图设计与实现

**摘要：**“雨水资源监控管理系统”是结合气象站、墒情站、GIS 地理系统等监测传感设备对天气、墒情、地表水资源（包括水库、蓄水池、河流、雨水）等数据进行实施监测与传输的系统，该系统结合计算机软件，对于区域性雨水资源情况和用水结构进行协同管理，辅助当地政府和企业单位充分利用与开发当地雨水资源，以解决西北地区水资源分布极不平衡的现状。

本课题是雨水资源监控管理系统的一个模块，主要为将指定区域的水资源种类情况以及水资源分布情况以 GIS 专题图形式展示给用户。该系统选取了 GeoServer 与 OpenLayers 相结合的技术手段来进行 GIS 专题图的实现，并且通过需求分析明晰了本系统需要完成的功能以及完成对数据库的设计。在实现上，使用 QGIS 进行 GIS 专题图底图的实现，通过发布瓦片地图来节省内存、提高效率，将各种数据通过 GeoServer 进行分类发布，采用 OpenLayers 对从 GeoServer 获取的底图进行渲染，对于特定需求的 GIS 专题图采用了 3D 地图来实现。最后得出的 GIS 专题图直观简洁，可以使用户直接方便观测各种信息，并可以基于此专题图对水资源进行合理分配和利用。

**关键字：**GIS; 雨水资源; 专题图; 构建

# **DESIGN AND IMPLEMENTATION OF GIS THEMATIC MAPS OF RAINWATER RESOURCES BASED ON GEOSERVER AND OPENLAYERS**

**Abstract:** "Rainwater resources monitoring and management system" is a combination of meteorological stations, moisture stations, GIS geographic systems and other monitoring and sensing equipment to implement weather, moisture, surface water resources (including reservoirs, reservoirs, rivers, rainwater) and other data monitoring and transmission system, the system combined with computer software, for regional rainwater resources and water structure for collaborative management, to assist local governments and enterprises to make full use of and develop local rainwater resources, in order to solve the current situation of extremely unbalanced distribution of water resources in the northwest region.

This project is a module of the rainwater resources monitoring and management system, which mainly displays the types of water resources and the distribution of water resources in the specified areas in the form of GIS thematic maps. The system selects the technical means combined with GeoServer and OpenLayers to implement the GIS thematic map, and clarifies the functions that need to be completed and the design of the database through requirements analysis. In terms of implementation, QGIS is used to implement gis thematic map basemap, save memory and improve efficiency by publishing tile maps, classify and publish various data through GeoServer, use OpenLayers to render the basemap obtained from GeoServer, and use 3D maps for GIS thematic maps for specific needs. The final GIS thematic map is intuitive and concise, which can directly and conveniently observe various information, and can rationally allocate and utilize water resources based on this thematic map.

**Keywords:** GIS; rainwater resources; thematic maps; construction

## 目 录

<b>第 1 章 绪论 .....</b>	1
1.1 研究背景和意义.....	1
1.2 研究现状 .....	2
1.2.1 国内研究现状 .....	2
1.2.2 国外研究现状 .....	2
1.3 主要工作 .....	3
1.4 具体设计内容 .....	4
1.5 章节安排 .....	5
<b>第 2 章 实现技术介绍 .....</b>	7
2.1 GeoServer.....	7
2.2 Openlayers.....	7
<b>第 3 章 雨水资源 GIS 专题图需求分析 .....</b>	9
3.1 专题图总体概述.....	9
3.1.1 系统属性.....	9
3.1.2 开发背景.....	9
3.1.3 功能概述.....	9
3.1.4 用户特点.....	9
3.2 具体需求 .....	10
3.2.1 功能需求.....	10
3.2.2 性能需求 .....	10
3.2.3 界面需求 .....	10
3.2.4 接口需求 .....	11
<b>第 4 章 雨水资源 GIS 专题图总体设计 .....</b>	12
4.1 设计思路 .....	12
4.2 功能设计 .....	12
4.2.1 功能描述 .....	12
4.2.2 功能视图 .....	14
4.3 数据库设计 .....	14
4.3.1 河流数据库设计 .....	14
4.3.2 蓄水池数据库设计 .....	14
4.3.3 水库数据库设计 .....	15

4.3.4 污水数据库设计 .....	15
4.3.5 地下水数据库设计 .....	15
4.3.6 土壤数据库设计 .....	16
4.3.7 光照数据库设计 .....	16
4.3.8 降雨数据库设计 .....	16
4.3.9 温度数据库设计 .....	17
4.3.10 风数据库设计 .....	17
<b>第 5 章 雨水资源 GIS 专题图详细设计与实现</b> .....	18
5.1 功能设计 .....	18
5.1.1 模块设计.....	18
5.1.2 界面设计.....	18
5.1.3 QGIS 底图设计 .....	19
5.1.4 部署 GeoServer .....	19
5.1.5 OpenLayers 渲染.....	20
5.2 地表水系设计 .....	21
5.2.1 河流专题图设计 .....	21
5.2.2 蓄水池专题图设计 .....	21
5.2.3 水库专题图设计 .....	22
5.3 地下水系设计 .....	23
5.3.1 地下水分布专题图 .....	23
5.3.2 土壤类型和土壤含量专题图 .....	23
5.4 气候图 .....	24
5.4.1 温度专题图 .....	24
5.4.2 降雨专题图 .....	25
5.5 系统测试 .....	25
5.5.1 功能测试 .....	25
5.5.2 非功能测试 .....	28
<b>第 6 章 总结与展望</b> .....	30
6.1 总结 .....	30
6.2 展望 .....	31
<b>参考文献</b> .....	32
<b>致 谢</b> .....	33

# 第1章 绪论

## 1.1 研究背景和意义

陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆和内蒙古6省(区)组成了地域辽阔的西北地区,该地区人口相对来说较为稀少,主要是因为该地区气候较为干旱,深处内陆降水稀少,而且蒸发旺盛,这样特殊的地理位置及气候条件决定了西北地区水资源短缺(黄智煌等2022),生态环境脆弱。但是光热资源以及土地、矿产资源在该区的储量特别丰富,属于主资源开发型的地区。但是,西北地区的主要问题是水资源问题,这是该地区当前及未来经济和该地区发展的最大制约因素,已引起了国家和社会的广泛关注。

气候干旱、降雨稀少在西北地区问题十分严重,相关资料显示,多年以来全区的平均降水量仅为2300mm,而该地区的水面蒸发量达到了1000~2600mm以上,是全国唯一一个降水量十分少于农作物和自然植被的需水量的地区。据资料分析(仇巍巍等2022),在西北地区,多年的平均地表水资源量约为1463亿立方米,地下水为998亿立方米,地下水与地表水量计算量为789亿立方米,水资源的总量约为1672亿立方米,人均可利用水资源总量2189立方米,对于耕地来说,亩均水量约为857立方米。所以从表面上看,内陆河流域的人均、亩均水资源量相较来说并不是很少,但是,由于水资源和人口还有耕地的地区的分布非常不均衡,有很大一部分水资源分布在地势高寒、自然条件比较差的居住人口稀少的地区及无人区,而自然条件比较好、人口较为稠密、经济较为发达的绿洲地区的水资源量却十分有限。而且,黄河流域河川径流具有地区分布不均、年际变化大及连续枯水等特点,内陆河流域的水资源主要以冰雪融水补给为主,年内分配高度集中,汛期径流量可占全年径流量的80%,部分河流汛期陡涨,枯季断流,开发利用的难度较大。

GIS本质是运行在计算机上的一种软件,其是一门综合性的学科,集成应用了地理学、地图学、计算机科学、遥感学等各种学科知识,构建成一个集数据采集、存储、分析、显示、管理、计算等为一体的地理信息系统(张国治等2022)。该系统基于计算机运行,对地理空间信息进行分析并处理成图,将地表现象和事物可视化的显示出来。从以上的分析可以看出,其强大的功能适用于水文水资源领域,像调查地下水资源、地表水资源状况,以及监测水质与江河湖泊的水位变化等。GIS技术在水文水资源领域的良好运用,对于水资源管理和保护工作有着重要意义。

“雨水资源监控管理系统”是结合气象站、墒情站、GIS地理系统等监测传感设备,对于天气、墒情、地表水资源(包括水库、蓄水池、河流、雨水)等数据进行实施监测与传输,结合计算机软件,对于区域性雨水资源情况和用水结构进行协同管理,辅助当地政府和企业单位充分利用与开发当地雨水资源。

GIS 雨水资源专题图便是将区域性水资源，天气、墒情、地表水资源（包括水库、蓄水池、河流、雨水）等信息可视化，便于农户政府企业等对雨水等资源进行合理管理与利用来缓解西北地区用水资源短缺等问题，这对于西北地区发展资源开发（[刘治华 2022](#)），提高经济增长率，改善人民生活等具有重大的现实意义。

## 1.2 研究现状

### 1.2.1 国内研究现状

现在为了解决西北地区的水资源分布不均匀现状，主要采取了如下对策：第一，合理的强化水资源的开发利用与保护，对其进行合理的规划与监督管理，严格执行建设项目的审批与管理制度。一方面，对于水资源开发与保护等方面的规划和制度要使用合理的方法制定，另一方面，还要对于管理人员的执法能力和技术能力等能力进行加强培养，加强执法中使用的必要设备的配置；第二，对于水利基本设施的建设要加强，例如根据地区具体情况，建设其必要的调水设施，将富裕地区的部分水资源调往贫水区，或这将含优质水多的地区的水调往水资源较为劣势的地区，以提高缺水地区或劣质水质地区的环境，也可以为生态环境建设提供必要的支持；第三，紧跟国家现代化建设，建设现代化的高效节水型社会，可以适当地提高水价，特别是工业用水的水价，以减少行业对水的浪费。还可以发展集雨节水灌溉，来解决农村缺水用水困难的问题，还可以补充城市中用于改善生态环境的水资源；第四，坚定不移地执行有计划地退耕还林、还草。而且在西部大开发战略中，将水土资源的合理开发和有效利用摆在了更加突出的位置，而实现雨水资源的有效利用就是水资源开发的一个主要方式，但是现在有关科研单位和水利部门的实现探索，主要是如何将雨水资源保存下来，发展雨水集蓄利用等技术，以及如何合理的使用雨水资源等技术的研究，但是没有将各个地区的雨水资源分布，受天气土地等因素导致的雨水收集效率等通过系统的方式形成系统性的可供各用水单位参考的资料等。而通过 GIS 专题图便可以很好地实现各个地区的雨水资源分布的可视化系统，使得用水单位对雨水资源的调配等方面有系统的参考。

### 1.2.2 国外研究现状

地理信息系统（GIS）是以计算机为基础的综合处理和空间数据分析系统，是集计算机科学、管理科学、信息科学、地学等为一体的新兴边缘研究领域（[陈述彭等 1999](#)）。20世纪 70 年代，美国田纳西河流域管理局利用 GIS 技术处理分析各种流域数据，为流域管理和规划提供决策服务，GIS 便开始逐渐应用于水文水资源领域。80 年代后随着计算机技术的飞速发展，GIS 与水文水资源领域也有了广泛结合（[刘佳等 2007](#)）。

在国外，Langat 等人使用 GIS 技术来监测河道动态，他们使用遥感与 GIS 专题图相

结合的形式，可以使河道动态信息更加简洁直观的展示出来 (Langat et al. 2019)。近年国外的一些课题组在 GIS 平台上开发了 GIS 模型，用于评价由于农业生产造成的地表和地下水水质下降的程度。北美还将 GIS 技术与人工智能结合起来，使 GIS 技术更加方便人们使用，并且使 GIS 技术更加高效等 (Kvamme 2022)。

自 20 世纪 70 年代美国田纳西河流域管理局利用 GIS 技术处理和分析各种流域数据，开始为流域管理提供决策服务以来，GIS 技术亦广泛应用于国外的水资源管理中。如土耳其的 Erhan 和 Davraz 等团队 (Şener et al. 2017) 利用水质指数法计算阿克苏河的水质然后通过 GIS 技术对该河的水质信息进行管理，给相关人员对于该河流域的水资源管理提供决策依据。Phinzi 等还使用 GIS 技术对集水区水性侵蚀进行评估处理。

在国外，为了支持各种层次的水资源和水环境管理，Anish 等 (Anish et al. 2021) status 对于印度南部喀拉拉邦河流流域二队水资源等形态使用 GIS 专题图形式进行测量分析，并对结果进行评估。Sub 等 (Suh et al. 2017) 将采用 GIS 专题图等独特的模型用来对土壤、水和森林做评估概述，并对采矿灾害模型通过 GIS 建模。国外对于通过 GIS 专题图对水质分析也有一些成果，Jha 等 (Jha et al. 2020) 使用混合模糊的 GIS 对于地下水的水质进行评估展示，以此来供相关人员评估相关地区的地下水是否符合饮用水标准，Kawo 等 (Kawo and Karuppannan 2018) 也使用了 GIS 技术对于埃塞俄比亚中部莫桥河流的地下水进行评测，不过该团队使用的数据与前者较为不同，该团队利用了水质指数并与 GIS 技术相结合对相关地区地下水进行评价展示。

### 1.3 主要工作

雨水资源 GIS 专题图整体架构主要设计工作如下：

#### (1) 数据设计：

GIS 系统的数据按照性质的不同可以分为空间数据和属性数据，空间数据指地理空间对象的，属性数据包括地理空间对象的属性以及其他相关联的业务数据等。在了解 GIS 专题图在采集、存储、分析、研究、图示为一体的数据分析以及 GIS 专题图对于各种数据格式的定义等知识，GIS 专题图的坐标系知识，为（历史、现在、未来）的水系信息，不同区域、时段等粒度的降雨信息，蒸散发信息，地下水信息，地形信息，不同区域粒度的土壤墒情，植被覆盖信息，光照、气温、降水信息，交通信息等为所需设计的雨水资源专题图设计合适的数据格式。

#### (2) 坐标系设计：

学习 GIS 专题图坐标系知识，结合系统需求分析以及与雨水资源各种元素因素特性，为雨水资源专题图中各种地形所需的不同的坐标系选择合适的坐标系。如图 2 所示。

#### (3) 粒度设计

根据水资源不同元素因素的条件（历史、现在、未来）的水系信息，不同区域、时段等粒度的降雨信息，蒸散发信息，地下水信息，地形信息，不同区域粒度的土壤墒情，植被覆盖信息，光照、气温、降水信息等，设计不同时段区域类型等的粒度大小等信息。

#### (4) 应用层设计

本系统的应用层主要是指 IE, chrome, firbox 等浏览器应用程序。本系统客户端设计采用“瘦客户端”的设计模式，即客户端无需安装任何插件即可进行地图的浏览、查询等操作，降低了对客户端配置的要求，减轻了客户端负担，用户只需普通 IE 等浏览器即可进行所有操作。本课题以 AJAX 技术为基础进行 GIS 专题图的开发，以 XML 作为与地图服务组件的数据传输协议。大大提升了系统的实用性和可扩展性等能力。

#### (5) 基础底层设计

根据之前的坐标系设计，为不同坐标系下的数据信息设计各自的基础底层，例如地形信息需要基于海拔，地形 3D 信息的基础底层，而水资源分布只需基于平面的地图便可以表示。

#### (6) 影响因子设计

不同区域的水资源，如河流、水库、蓄水池、地下水、等水资源信息会受到各种环境因素如，土壤类型，肥力，墒情，酸碱度，空气温湿度，分数，光照，经纬度，海拔等因素影响，为了使得水资源信息更加准确，需要设计影响因子作为水资源分布的参考要素。

#### (7) 操作图层设计

根据土壤墒情，植被覆盖信息，光照、气温、降水信息，地理信息等影响因子设计操作图层，使用户可以根据不同区域特定情况选择不同影响因子作用下的水资源分布，例如沙型土壤影响因子作用下的地下水的水资源较高，但是对于地表水资源便较少。

#### (8) 数据获取

采用 ArcGIS Server 服务，WMS（网络地图服务）、WFS（网络要素服务）等 GIS 数据服务以及 ajax 技术实现前后端数据通信，数据的获取。

#### (9) 数据可视化布局设计

使用 OpenLayers 和 Pvecharts 库实现对应属性数据的可视化。编写代码实现研究内容中的各种 GIS 专题图，以及对 GIS 专题图和数据统计图进行整体组织和布局。

### 1.4 具体设计内容

研究内容主要为雨水资源管理系统中的雨水资源 GIS 专题图的设计与实现。

1. 对水资源分布的历史、实时、未来等的信息按照不同的时段、区域、类型等粒度进行统计，并采用统计图（以及列表）的方式进行显示。

2. 水系信息的（历史、现在、未来）GIS 专题图制作以及展示。
3. 不同区域、时段等粒度的降雨信息的（历史、现在、未来）GIS 专题图制作以及展示。
4. 不同区域、时段、种植作物等粒度的蒸散发信息的（历史、现在、未来）GIS 专题图制作以及展示。
5. 地下水信息的（历史、现在、未来）GIS 专题图制作以及展示。
6. 地形信息的（历史、现在、未来）GIS 专题图制作以及展示。
7. 不同区域粒度的土壤墒情之土壤类型、肥力、墒情、酸碱度等信息的（历史、现在、未来）GIS 专题图制作以及展示。
8. 植被覆盖信息的（历史、现在、未来）GIS 专题图制作以及展示。
9. 不同区域、时段等粒度的气候之光照、气温、降水等信息的（历史、现在、未来）GIS 专题图制作以及展示。
10. 不同区域、时段等粒度的气候之光照、气温、降水等信息的（历史、现在、未来）GIS 专题图制作以及展示。
11. 不同区域、时段等粒度的交通信息的 GIS 专题图制作以及展示。

## 1.5 章节安排

1. 第一章和第二章主要是项目的主要设计内容，研究背景，研究现状以及实现技术等等。
2. 从第三章开始为项目的主体介绍，分为三章来介绍项目实现的成果。
3. 第三章主要是介绍本项目的需求分析，主要分为：功能需求，性能需求，界面需求，接口需求等。
4. 第四章主要介绍雨水资源 GIS 专题图总体设计，主要为功能设计和数据库设计。



图 1-1 雨水资源专题图分类

5. 第五章主要是介绍雨水资源专题图的详细设计与实现以 GeoServer 与 OpenLayers 的使用，主要为地表水系图，地下水系图，气候图。地表水系图分为河流水系图、蓄水

池图、水库图、污水分布图等，地下水系图主要分为地下水分布图、土壤类型图、土壤含量图等，气候图则主要分为光照图、降雨图、温度图等。如图 1-1 所示。

## 第 2 章 实现技术介绍

### 2.1 GeoServer

GeoServer 是一个开源项目，是一个用于共享地理空间数据的开源服务器，专为互操作性而设计，他使用开放标准发布来自任何主要空间数据源的数据，其作为社区驱动的项目由不同个人和组织开发、测试和支持，因此我们可以免费使用该项目，而且，该项目具有可以自行修改、自行复制以及再分发的能力。同时，GeoServer 还有众多的优点：

- (1) 该服务器使用 JAVA 语言开发、使用的架构是标准化的 J2EE、并且该服务器的开发是基于 servlet 和 STRUTS 框架、并且支持当前非常流行的 Spring 框架开发；
- (2) GeoServer 实施 WMS 和 WFS 标准，可以创建各种输出格式的地图、并且支持 WFS-T 规范；
- (3) GeoServer 支持各种数据库，如 MapInfo、Shapefile、PostGIS 、 MySQL、Oracle 、DB2 等；
- (4) GeoServer 支持上百种坐标系投影；
- (5) GeoServer 能够将自己制作的地图或者网络地图以 KML、png、SVG、GML、gif、jpeg 等格式输出；
- (6) 因为该软件的开发使用 J2EE 架构以及采用了 servlet 等框架，所以其可以在任何基于 J2EE/Servlet 的容器上运行；
- (7) GeoServer 还嵌入 MapBuilder，可以将发布的地图拆分为切片并且支持 AJAX；
- (8) GeoServer 可以在线编辑空间数据、并且生成专题地图；
- (9) GeoServer 发布地图可以使用 xml 等文件；
- (10) GeoServer 还支持 GOOGLE MAPS 等；
- (11) GeoServer 还可以在服务器上发布 KML 数据，并且可以通过与 GoogleEarth 进行影像叠加进而作出生动的应用；

### 2.2 Openlayers

由于浏览器在默认情况下，它对于地图 (png/jpeg 等格式) 的显示是静态的，因此如果想要在浏览器中展示交互式的地图会有较大的困难，因为如果实现交互的功能，那么对地图的每一个点击和缩放等操作，地图都要做出正确的反应，所以交互式比较难。

OpenLayers 是一个专为 Web GIS 客户端开发提供的 JavaScript 类库包，它主要是在开发 Web GIS 客户端时使用，主要是用于实现标准化格式发布的地图的数据访问。在 OpenLayers 发布的 V2.2 版本之后后，OpenLayers 已经将他在开发时所用到的 Prototype.js 组件和自己整合在了一起，并且不断在 Prototype.js 的基础上完善面向对象的开发，不过对

于 OpenLayers，能用到 Rico 的地方不多，目前只是在 OpenLayers.Popup.AnchoredBubble 类中对于 DIV 进行圆角化处理。在 OpenLayers 的 V2.4 版本之后，其提供了矢量画图的功能，这样对于动态地展现“点、线和面”这样的地理数据十分方便。

对于微软 Virtual Earth、高德地图、百度地图、Google Maps 等资源 OpenLayers 也可以实现非常好的支持，OpenLayers 可以通过 WMS 等服务调用其它服务器上的空间数据，通过 WFS 服务调用空间服务。在操作方面，OpenLayers 可以在浏览器中实现地图浏览的基本效果，例如缩小、放大、平移等操作，还可以进行选取线、要素选择、图层叠加、选取面等操作，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，由于整合了类库 Prototype.js 和 Rico，因此可以为地图浏览操作客户端增加 Ajax 效果。

相对于另一个框架 OpenScales，OpenScales 是 OpenLayers 的 ActionScript 翻译，需要 FlashPlayer 支持才行，所以相比较来说，我们选择了原生的 openlayers 作为我们的实现技术。

## 第3章 雨水资源 GIS 专题图需求分析

### 3.1 专题图总体概述

GIS 专题地图是以普通地图为地理基础，着重表示制图区域内某一种或几种自然要素或社会经济现象的地图。

专题地图的内容主要由两部分构成：专题内容和地理基础，前者为地图上突出表示的自然要素或社会经济现象及其有关特征；后者为用以表明专题图要素空间位置与地理背景的普通地图内容。

这类地图的显示特点是，作为该图主题的专题图内容予以详尽表示，其地理基础内容则视主题而异，有选择地表示某些相关要素。

因此我们通过对具体问题进行具体分析，分析得到本项目的具体需求，以便设计出专题更加鲜明，符合各个要求需求的 GIS 专题图。

#### 3.1.1 系统属性

该系统是雨水资源监控管理系统的一个子系统，用于将指定区域的水资源种类情况以及水资源分布情况以 GIS 专题图形式展示给用户，能够让用户更清晰、直观的看到其所关心的部分，方便用户更好的协调各个区域的水资源调用实现水资源的高效利用。

#### 3.1.2 开发背景

开发目的是为了方便用户查看水资源的收集、分布等情况，通过 GIS 专题图形式为用户提供可视化方便理解的信息，为水资源的调度提供决策支持，应用的目标是使该系统的操作人员以及该系统覆盖地区下的所有居民、政府人员等可以直观地了解各个地区的水资源储量等信息。

#### 3.1.3 功能概述

主要功能为以 GIS 专题图的形式展示土壤类型、肥力、墒情、酸碱度等信息；展示空气温湿度、风速风向、光照等信息；展示各个地区所属的地下水、水库、河流等水量信息；一起后信息和植被覆盖信息等为参考，展示各个地区的蒸散发信息。

#### 3.1.4 用户特点

主要使用人员为相关工作人员、技术人员、政府人员、企业人员以及定边县的居民等。其中相关工作人员、技术人员、政府人员、企业人员具备相关技能知识培训且有使用过类似的操作经验，对于本系统可以很快上手使用，而对于普通居民用户需要进行必要的操作培训才能灵活使用该系统。

## 3.2 具体需求

### 3.2.1 功能需求

#### (1) 土壤信息:

以 GIS 专题图的形式展示土壤类型、肥力、墒情酸碱度等信息，不同地区的土壤类型用不同颜色表示，肥力墒情和酸碱度信息通过用户点击来显示出某个地区的肥力墒情酸碱度信息。

#### (2) 气候信息:

以 GIS 专题图的形式展示气候信息，主要为空气温湿度，风速风向，光照等信息，在特定区域地图为底图，以图标的形式展示风向和光照信息，不同颜色展示温度信息，当点击各种图标时，会显示出风向，光照强度，具体温湿度信息。

#### (3) 降雨信息:

以 GIS 专题图的形式展示各个区域的降雨信息，包括过去、现在、未来等情况。

(4) 蓄水信息: 使用 GIS 专题图来展示各个区域的河流水库地下水的蓄水情况，不同地下水储量情况可以使用不同颜色来表示，水库在地图上使用原点标识出来，河流可采用点击各个区域出现具体数据来展示。

#### (5) 蒸散发信息

通过对气候信息和植被覆盖信息的处理来得出各个区域的蒸散发强度信息，采用不同颜色或者蒸发动态图标展示。不同区域有蒸散发具体数据。

### 3.2.2 性能需求

#### (1) 可靠性

要求系统能经受时效和压力测试，系统平台具备不少于 100 个访问并发的能力。

#### (2) 效率

对展示界面要求简洁明了，符合用户的观看习惯，GIS 专题图的显示要快速直观。

#### (3) 安全性

高安全性，能够防止网站数据被非法篡改。

#### (4) 可维护性

方案和系统的架构须紧密跟踪主流技术标准，开放性好，便于系统的升级维护、以及与各种信息系统进行集成。

### 3.2.3 界面需求

界面需简洁明了，符合用户观看习惯，采用数据大屏的形式展示 GIS 专题图，并且根据需求可在专题图周围添加数据图表以便更加方便观察各种数据。

### 3.2.4 接口需求

本项目主要是展示相关地区的地理，雨水资源，气候等信息，所以对于接口来说主要是为主动从后端获取信息，因此通过 webservice 进行前后端通信，选择 json 数据进行数据的传输。

## 第 4 章 雨水资源 GIS 专题图总体设计

### 4.1 设计思路

(1) 具体问题具体分析，获取精准需求。

GIS 专题图具有地图内容主题化的特点，因此具体的需求必须精准化才能使得 GIS 专题图的设计更好的贴合项目，更好的使用户查看，使用，理解。例如，对于降雨信息而言，我们必须抓住降雨的主要特点：降雨量，可利用降雨量，总降雨量，降雨量范围等。以此来精准获得 GIS 专题图应该展示的内容，对于次要要素选择其他方式进行展示。

(2) GIS 专题图分类

随着 GIS 技术的日益成熟，作为地理分析结果重要表现形式的专题地图，也在不断发展、创新和应用，现在已经衍生出了 GIS 专题图的具体分类，比如：独立值专题图，点密度专题图，范围专题图，等级符号专题图，时序专题图，多比例尺专题图，多变量专题图等，因此参考具体需求选取具体种类的专题图十分必要。

(3) 专题图功能设计

除了专题图具体展示的内容以外，还需要考虑其他粒度的展示功能，比如时序功能，例如降雨信息，我们需要考虑过去一段时间内的降雨信息的展示等。所以需要进行专题图的功能设计，让专题图展示的内容更加完善。

(4) 界面设计

当设计好专题图需要展示的内容时，接下来我们就需要如何设计界面，让专题图在大屏上展示出来，具体功能 bottom 键的放置位置等，以及次要要素的展示设计等。

### 4.2 功能设计

由需求设计具体功能。

#### 4.2.1 功能描述

土壤信息功能设计如 (表 4-1) 所示：

表 4-1 土壤信息功能描述及流程

功能编号	01	功能名称	土壤信息
功能描述		以 GIS 专题图的形式展示土壤类型、肥力、墒情酸碱度等信息，不同地区的土壤类型用不同颜色表示，肥力墒情和酸碱度信息通过用户点击来显示出某个地区的肥力墒情酸碱度信息。	
功能流程		当用户点击首页时，界面会加载指定地图，以不同颜色区分出各个地区不同的土壤类型情况，当用户放置在（或点击）某个区域时，会显示出此地区的肥力墒情和酸碱度信息，此专题图为静态地图，只有当影响土壤类型肥力墒情和酸碱度信息的出现时，信息才会进行更新。	

气候信息功能设计如(表4-2)所示:

表4-2 气候信息功能描述及流程

功能编号	02	功能名称	气候信息
功能描述		以GIS专题图的形式展示气候信息,主要为空气温湿度,风速风向,光照等信息,在定边县地图为底图,以图标的形式展示风向和光照信息,不同颜色展示温度信息,当点击各种图标时,会显示出风向,光照强度,具体温湿度信息。	
功能流程		用户点击气候信息时,会展示出定边县与气候相关的GIS专题图,用户会在各个区域粒度的风向标,光照标识以及不同区域不同颜色的温湿度情况,当用于放置在(或点击)某个标识或者区域时,会具体展示出光照强度、风速数据以及具体的温湿度数据。此专题图为动态地图,会随时随着当时当地的气候变化来变化信息数据,(可设置不同时间粒度变化的次数来满足用户需求,地图类型可参考天气预报形式)	

降雨信息功能设计如(表4-3)所示:

表4-3 降雨信息功能描述及流程

功能编号	01	功能名称	降雨信息
功能描述		以GIS专题图的形式展示各个区域的降雨信息,包括过去、现在、未来等情况	
功能流程		用户点击降雨信息时,会展示当前也就是现在的降雨情况,使用白色到蓝色覆盖区域来展示现在的降雨大小情况,当用户放置(或点击)某个区域时会展示具体降雨量信息,降雨信息点击还包括选择日期,分为过去以及未来预测的降雨情况,展示情况和现在情况一样,过去以及未来的天数根据数据库以及天气预报具体情况来设计。此地图也应为动态地图,但是由于降雨特殊情况可以将时间粒度放宽一些。	

蓄水信息功能设计如(表4-4)所示:

表4-4 蓄水信息功能描述及流程

功能编号	01	功能名称	蓄水信息
功能描述		使用GIS专题图来展示各个区域的河流水库地下水的蓄水情况,不同地下水储量情况可以使用不同颜色来表示,水库在地图上使用原点标识出来,河流可采用点击各个区域出现具体数据来展示	
功能流程		当用户点击蓄水信息时,会展示当前的各个区域的蓄水情况,不同区域会看到不同的颜色,这代表了不同区域地下水储量的不同,还会看到一些圆点,这些代表了各个地区的水库位置,当放置(或点击)圆点时会展示出水库的具体信息(名称,蓄水量等),当放置(或点击)具体区域时会展示流经该地区的河流具体信息(河流名称,具体流量等),此为静态地图,当出现用水情况时, GIS专题图信息才会改变。	

蒸散发信息蒸散发信息功能设计如(表 4-5)所示:

表 4-5 蒸散发信息功能描述及流程

功能编号	01	功能名称	蒸散发信息
功能描述	通过对气候信息和植被覆盖信息的处理来得出各个区域的蒸散发强度信息，采用不同颜色或者蒸发动态图标展示。不同区域有蒸散发具体数据。		
功能流程	当用户点击蒸散发信息时，会展示出不同区域不同蒸散发直观信息，当放置（或点击）具体区域时，会展示出具体区域的蒸散发信息数据。由于气候信息为动态信息，所以蒸散发信息也为动态信息，随时变化。		

## 4.2.2 功能视图

## 4.3 数据库设计

### 4.3.1 河流数据库设计

表 4-6 河流数据库表

名	类型	长度	是否可为 null	键	注释
id	varchar	100	否	是	河流数据 id
riv_name	varchar	255	是	否	河流名称
riv_qua	varchar	255	是	否	河流水质
riv_change	float	255	是	否	河流变化量
riv_flow	float	255	是	否	河流流量
riv_ev	float	255	是	否	蒸发量
detail_id	varchar	100	是	否	河流详情 id
create_time	datetime		是	否	创建时间
delete_time	datetime		是	否	删除时间

### 4.3.2 蓄水池数据库设计

表 4-7 蓄水池数据库表

名	类型	长度	是否可为 null	键	注释
id	varchar	100	否	是	蓄水池数据 id
imp_name	varchar	255	是	否	蓄水池名称
imp_qua	varchar	255	是	否	蓄水池水质
imp_change	float	255	是	否	蓄水池变化量
riv_total	float	255	是	否	蓄水池储存总量
riv_ev	float	255	是	否	蒸发量
detail_id	varchar	100	是	否	蓄水池详情 id
create_time	datetime		是	否	创建时间
delete_time	datetime		是	否	删除时间

### 4.3.3 水库数据库设计

表 4-8 水库数据库表

名	类型	长度	是否可为 null	键	注释
id	varchar	100	否	是	水库数据 id
re_name	varchar	255	是	否	水库名称
re_qual	varchar	255	是	否	水库水质
re_change	float	255	是	否	水库水变化量
re_total	float	255	是	否	水库储存总量
re_ev	float	255	是	否	蒸发量
detail_id	varchar	100	是	否	水库详情 id
create_time	datetime		是	否	创建时间
delete_time	datetime		是	否	删除时间

### 4.3.4 污水数据库设计

表 4-9 污水数据库表

名	类型	长度	是否可为 null	键	注释
id	varchar	100	否	是	污水 id
se_change	varchar	255	是	否	污水变化量
se_total	varchar	255	是	否	污水储存总量
se_locate	float	255	是	否	地理位置
se_metal	float	255	是	否	金属含量
se_amni	float	255	是	否	氨氮含量
se_oxy	varchar	255	是	否	溶解氧含量
se_origin	varchar	255	是	否	产生来源
create_time	datetime		是	否	创建时间
delete_time	datetime		是	否	删除时间

### 4.3.5 地下水数据库设计

表 4-10 地下水数据库表

名	类型	长度	是否可为 null	键	注释
id	varchar	100	否	是	地下水数据 id
uw_qul	varchar	255	是	否	地下水水质
uw_change	varchar	255	是	否	地下水变化量
uw_total	float	255	是	否	地下水储存总量
uw_ev	float	255	是	否	蒸发量
detail_id	varchar	100	是	否	地下水详情 id
create_time	datetime		是	否	创建时间
delete_time	datetime		是	否	删除时间

#### 4.3.6 土壤数据库设计

表 4-11 土壤数据库表

名	类型	长度	是否可为 null	键	注释
id	varchar	100	否	是	土壤 id
so_type	varchar	255	是	否	土壤类型
so_wat	float	255	是	否	水分
so_so	float	255	是	否	盐分
so_humidity	float	255	是	否	湿度
so_fertility	float	255	是	否	肥力
so_n	float	255	是	否	含氮量
so_locate	float	255	是	否	位置
create_time	datetime		是	否	创建时间
delete_time	datetime		是	否	删除时间

#### 4.3.7 光照数据库设计

表 4-12 光照数据库表

名	类型	长度	是否可为 null	键	注释
id	varchar	100	否	是	光照 id
ill_big	varchar	255	是	否	光照强度
ill_thre	varchar	255	是	否	阈值
ill_val	float	255	是	否	光合有效辐射
ill_total	float	255	是	否	总辐射量
ill_locate	varchar	255	是	否	地理位置
create_time	datetime		是	否	创建时间
delete_time	datetime		是	否	删除时间

#### 4.3.8 降雨数据库设计

表 4-13 降雨数据库表

名	类型	长度	是否可为 null	键	注释
id	varchar	100	否	是	气候降雨 id
wa_de	varchar	255	是	否	露点
wa_val	varchar	255	是	否	有效降雨量
wa_total	float	255	是	否	总雨量
wa_thre	float	255	是	否	阈值
wa_locate	varchar	255	是	否	地理位置
create_time	datetime		是	否	创建时间
delete_time	datetime		是	否	删除时间

### 4.3.9 温度数据库设计

表 4-14 温度数据库表

名	类型	长度	是否可为 null	键	注释
id	varchar	100	否	是	温度 id
tem_tem	varchar	255	是	否	温度
tem_thre_tem	varchar	255	是	否	阈值
tem_dew	float	255	是	否	湿度
tem_thre_dew	float	255	是	否	阈值
tem_locate	varchar	255	是	否	地理位置
create_time	datetime		是	否	创建时间
delete_time	datetime		是	否	删除时间

### 4.3.10 风数据库设计

表 4-15 风数据库表

名	类型	长度	是否可为 null	键	注释
id	varchar	100	否	是	风 id
wid_spe	varchar	255	是	否	风速
wid_thre	varchar	255	是	否	阈值
wid_direction	float	255	是	否	风向
wa_locate	varchar	255	是	否	地理位置
create_time	datetime		是	否	创建时间
delete_time	datetime		是	否	删除时间

## 第 5 章 雨水资源 GIS 专题图详细设计与实现

### 5.1 功能设计

#### 5.1.1 模块设计

通过需求分析总体设计分析之后，将 GIS 专题图项目分为四个模块，主要为：大屏左面数据栏，右边数据栏，GIS 专题图，头部导航栏四个模块，通过将数据展示栏和专题图还有导航栏分模块，可以使后期进行系统迭代更加方便，也符合模块化开发的标准和要求，主要模块分类如图 5-1 所示：



图 5-1 模块布局分类

#### 5.1.2 界面设计

界面设计如图 5-2 所示：



图 5-2 界面设计

### 5.1.3 QGIS 底图设计

首先通过QGIS从世界地图中截取本题目需要的中国地图，此世界地图使用的是网上开源地图数据，如图5-3所示。

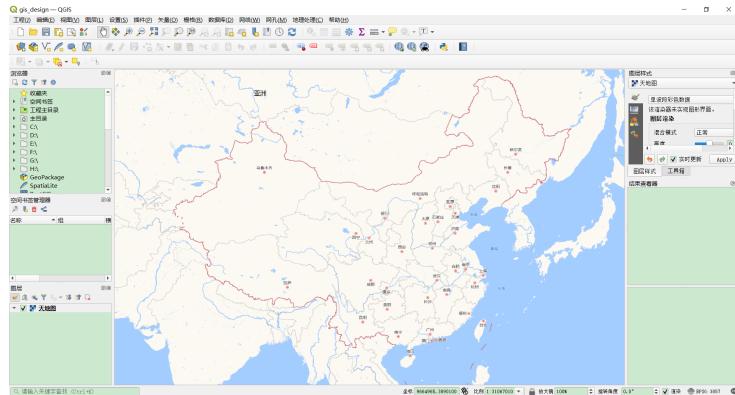


图 5-3 底图加载

通过QGIS自带的截取功能将世界地图截取需求所需要的各种地图，截取的其中之一如图5-4所示。

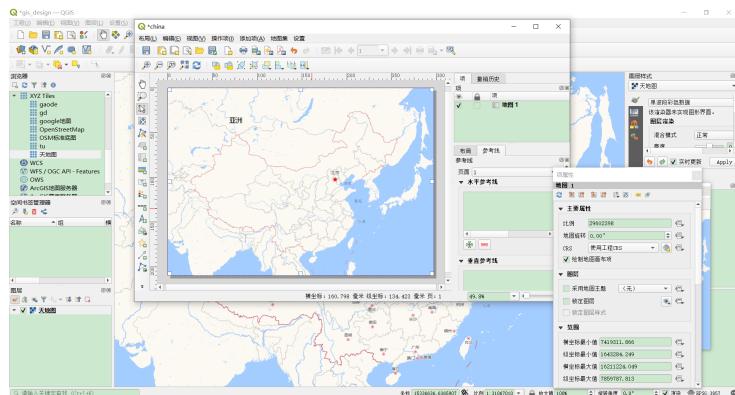


图 5-4 地图截取

### 5.1.4 部署GeoServer

使用geoserver进行地图发布，我们主要选择了shp数据文件作为GeoServer的数据文件进行发布，首先创建工作区，这样使之后创建的所有地图图层数据全部发布至本工作区内，方便之后使用OpenLayers调用各种地图，创建工作区如图5-5所示。创建工作区之后，就可以进行数据文件的上传，首先通过QGIS导出文件之后，将文件长传到GeoServer上，选择数据源如图5-6所示。

导入数据文件如图5-7所示：

导入数据文件之后，我们还需要进行坐标系的选取，这样才能真正的将地图文件导

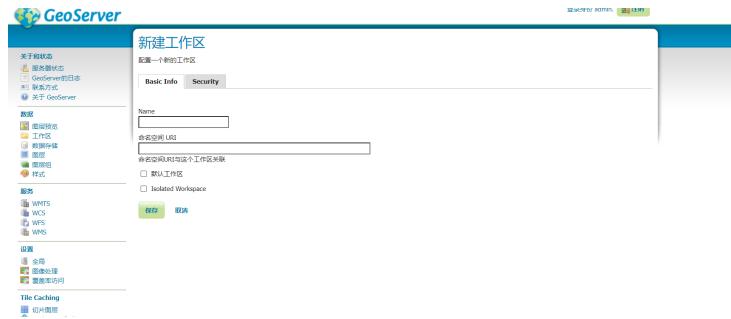


图 5-5 创建工作区

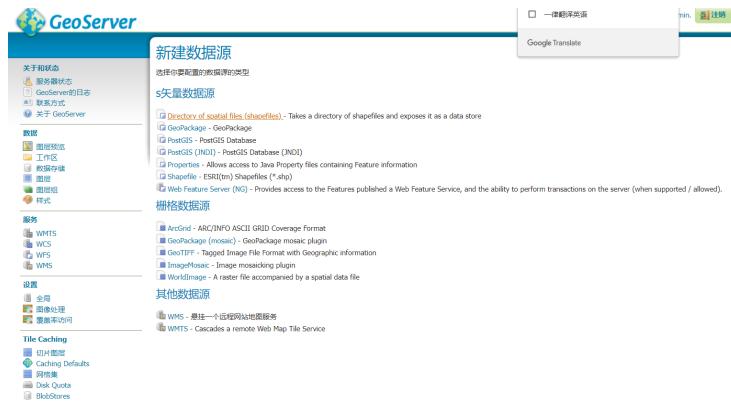


图 5-6 导入数据



图 5-7 导入文件

入至 geoserver 里。操作如图 5-8 所示。

### 5.1.5 OpenLayers 渲染

1. 第一步，首先通过 OpenLayers 调取发布在 GeoServer 上的地图图层，主要设置参数有：service,version,request ,typeName,output\_options。然后使用 ajax 获取 json 数据，因为 GeoServer 的输出格式就是 json 文件。

2. 第二步，通过 OpenLayers 的 getZoomForResolution, getLonLatFromViewPortPx, getViewPortPxFromLonLat, moveTo, zoomToMaxExtent, zoomToScale 等方法给地图添

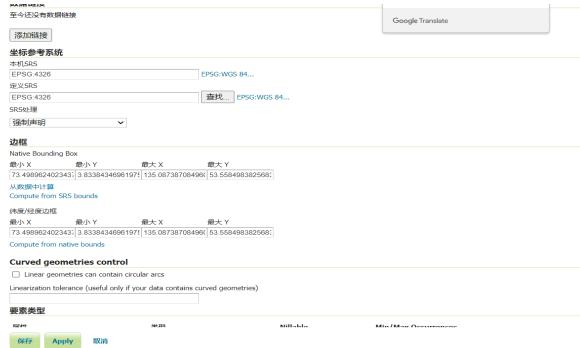


图 5-8 选取坐标系

加方法缩小比例尺转化，设置分辨率等基本功能。

3. 第三步，对地图进行点线面渲染，主要通过 ol.style.Circle, ol.style.Icon, ol.style.Stroke, ol.style.Fill, ol.style.Stroke 等操作，对地图进行需求所需的渲染。

## 5.2 地表水系设计

### 5.2.1 河流专题图设计

河流专题图主要是体现出河流的流量信息，以便观测河流是否会产生旱涝灾害，以及能利用的河流水信息，由于传感器的设计是检测河流中的某个点的流量，因此对于整条河流的流量会有差异，为了更好地显示，设计了河流不同分段展示不同流量信息，并且通过河流的颜色深浅变化来直观的观测河流的流量大小，基本展示如图 5-9 所示。当数据产生变化时，该专题图可以随着数据动态变化这里展示当长江下游流量产生变化时，专题图的变化效果，这里将流量变化量增大一些，这样可以更直观的观察到专题图的动态变化效果，如图 5-10 所示。



图 5-9 河流专题图

### 5.2.2 蓄水池专题图设计

蓄水池专题图主要体现出蓄水池的储水量的信息，以便很容易的观测出蓄水池的储水量信息，使得相关人员根据蓄水池储水量信息合理的调配水资源，实现合理高效利用



图 5-10 河流流量变化专题图

水资源的目的，对于蓄水池的储水量来说，点状信息已经足够，所以通过点密度专题图可以做出符合要求的蓄水池专题图，本专题图还采用了 3D 地图显示，可以使得相关人员更好的观测信息，并且可以实现数据的动态更新，当数据库中的数据更新时，专题图的数据信息也会产生相应变化，例如添加了新的蓄水池信息，在地图上就会动态的添加新的蓄水池标记，还有如果蓄水池的数据变化，专题图也会相应的变化数据信息，基本展示如图 5-11 所示。



图 5-11 蓄水池专题图

### 5.2.3 水库专题图设计

水库的专题图与蓄水池专题图类似，也是主要展示水库的储水量的信息，需求与目的也和蓄水池类似，直观的反映出水库的储水量信息，以便相关人员进行水资源的调配以及合理高效利用。与蓄水池专题图一样，也是使用了 3D 地图，数据也可以动态更新，当时水库信息添加，水库数据变化时，专题图都会产生相应的变化，基本展示如图 5-12 所示。



图 5-12 水库专题图

## 5.3 地下水系设计

### 5.3.1 地下水分布专题图

地下水分布构造十分复杂，使用 GIS 专题图很难直观的展示出地下水的分布信息，因此地下水分布专题图采用了行政区归属这一信息进行专题图的制作，主要是通过测出每个行政区域地下水含量信息，通过每个行政区这一区域粒度来展示地下水的信息，地下水的信息也会根据传感器测得的数据的变化而变化，基本展示如图 5-13 所示。



图 5-13 地下水专题图

### 5.3.2 土壤类型和土壤含量专题图

土壤类型和土壤含量专题图主要通过区域粒度来展示土壤类型与含量信息，土壤类型通过不同颜色来表示，一种颜色代表着一种土壤类型，当鼠标或者在大屏上用手触摸到某一个区域时，便会展示土壤具体含量信息，土壤具体含量信息也会根据数据的变化而产生的相应变化，相关人员通过查看相关土壤信息可以合理的安排作物的种植等，基本展示如图 5-14 所示，图 5-14 所示为从中国地图展示各省份的土壤信息，当区域粒度更小时，使用地图钻取的效果可以使得土壤信息更加小区域化，这里以山东省为例，中国地图如图 5-15 所示，当点击山东区域时，便会钻入山东省地图，展示各市的土壤信息，如图 5-16 所示。



图 5-14 土壤专题图



图 5-15 地图钻取示例

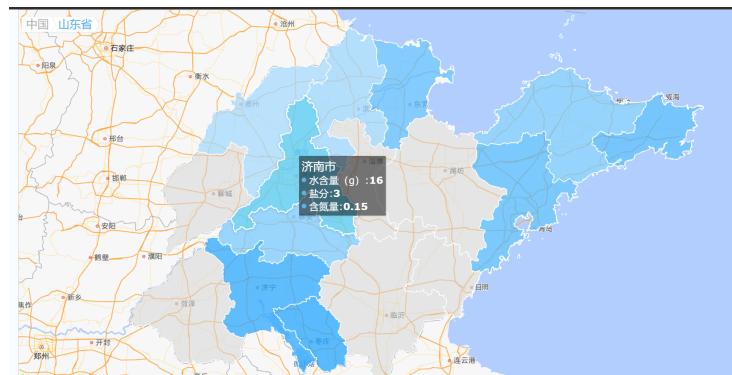


图 5-16 钻入后的山东地图

## 5.4 气候图

### 5.4.1 温度专题图

温度专题图主要展示地区的温度信息，因为温度信息是区域性质的，因此需要设计范围专题图来直观的展示温度高低的信息，并通过颜色的渐变来展示温度高低，因为温度随着时间会动态变化，因此该专题图也会根据数据的变化产生相应实时的变化，基本展示如图 5-17 所示。



图 5-17 温度专题图

#### 5.4.2 降雨专题图

降雨专题图也是区域性质的，因此与温度专题图一样需要设计范围专题图，主要通过颜色的深浅来表示降雨大小的信息，不过与温度专题图差异的地方在于降雨专题图的区域不是将整个中国区域都覆盖，因为降雨的特点，会通过降雨的区域信息来对地图进行区域覆盖，降雨区域会通过颜色的深浅表示降雨的大小，当鼠标点击降雨地区时，会展示实时的降雨量信息，并且根据数据的变化产生相应的变化，基本展示如图 5-18 所示。



图 5-18 降雨专题图

### 5.5 系统测试

#### 5.5.1 功能测试

功能测试是软件测试的一个分支，旨在验证软件应用程序的功能，而不管功能是否根据需求规范运行。通过给出适当的输入值，确定输出并使用预期输出验证实际输出来测试每个功能。本项目主要测试专题图对数据的展示功能是否符合要求。1. 河流专题图功能测试

河流专题图的功能测试主要是测试当鼠标指向河流的某一段时，会显示出河流的上中或下游，并且展示出河流的流量，并且流量大小会通过颜色深浅来表示，流量越大，颜

色越深，对河流专题图所设置的测试数据如表 5-1 所示，当鼠标指向河流特定一段时会展示出与其相对应的数据，即表示测试成功。

表 5-1 河流预设数据展示表

名称	流量（单位：立方米每秒）
黄河上游	1800
黄河中上游	1600
黄河中游	1500
黄河中下游	1400
黄河下游	1200
长江上游	33980
长江中游	30000
长江下游	28000

测试结果如图图 5-19 所示，测试成功。

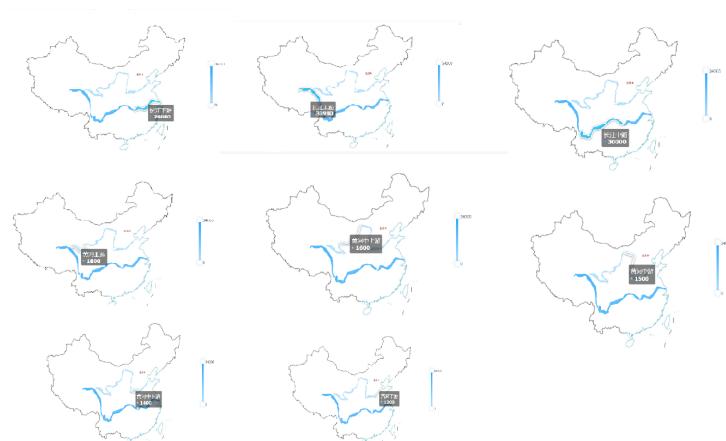


图 5-19 河流测试结果图

## 2. 蓄水池专题图功能测试

蓄水池功能测试主要是打开蓄水池专题图时，会展示蓄水池的具体位置，以及蓄水量等信息。对蓄水池专题图所设置的测试数据如表 5-3 所示，当展示位置和数据一致时，便为测试成功。

表 5-2 蓄水池预设数据展示表

名称	经度	维度	含水量(单位: 立方米)
1号蓄水池	116.143267	39.749144	100
2号蓄水池	108.034657	32.081631	49
3号蓄水池	108.074466	34.28124	94
4号蓄水池	113.535807	34.81732	77
5号蓄水池	112.936703	28.160166	88
6号蓄水池	118.045616	24.366646	120

测试结果如图 5-20 所示，测试成功。



图 5-20 蓄水池测试结果图

### 3. 地下水分布专题图功能测试。

地下水专题图功能测试主要是打开地下水专题图之后会展示各个省份所含有的地下水储量信息，对于地下水专题图所设置的测试数据如表 5-3 所示，当数据能和专题图展示的信息相同，即测试成功。

表 5-3 地下水预设数据展示表

省份	地下水含水量(单位: 万立方米)
北京市	425
山东省	630
澳门特别行政区	541
台湾省	587

测试结果如图 5-21 所示，测试成功。

4. 对于降雨专题图，温度专题图，土壤类型和土壤含量专题图等的功能测试也是采用类似的方法，给专题图赋予数据之后，专题图根据各种预先设置的功能具体正确的展示给予的数据，便表示测试成功，经过对剩下的几种专题图的测试，发现结果和预想的结果全部相同，因此对于该项目的功能测试全部测试成功。



图 5-21 地下水测试结果图

### 5.5.2 非功能测试

非功能测试是一种软件测试，用于测试非功能性参数，例如：软件的可靠性，负载测试，性能和责任等。非功能测试的主要目的是根据非功能参数测试软件系统的读取速度。

#### 1. 可靠性测试

对于软件使用者来说，期望软件能够没有错误的运行，对于本项目而言，可靠性主要为当数据改变时，专题图是否能够实时的展示出变化的数据，在测试过程中，当我们改变数据库的数据时，发现前端也跟随数据库的数据的变化而变化，并且变化的数据与修改的数据一致，因此得出结论，该项目比较可靠。

#### 2. 兼容性测试

本项目所进行的兼容性测试主要是测试在不同的浏览器上能否可以很好地运行，本项目主要使用了 Firefox、Edge、Chrome、qq 浏览器等，对于这些浏览器，本项目都可以在其上很好地运行。

#### 3. 负载测试

负载测试是要探讨在高峰或高于正常水平的负载下，系统或应用软件会发生什么情况。对于本项目而言，主要是测试最大支持多少并发用户数，对于本项目，我们使用了 Apache 的一个开源软件 jMeter，用来测试负载能力，结果如图 5-22 所示，该项目的吞吐量为 3376.857/minute，表示一分钟能处理 3376.857 次请求，结果较好，可以满足项目需求。

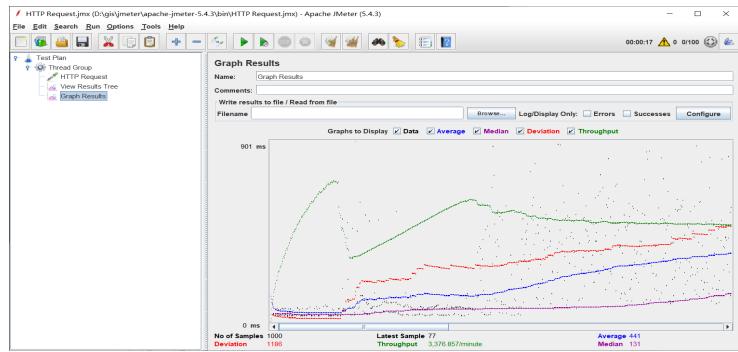


图 5-22 负载测试结果图

表 5-4 测试数据展示表

操作	响应时间 (单位: s)
打开专题图	1.0
跳转到河流专题图	0.03
跳转到蓄水池专题图	0.21
跳转到水库专题图	0.22
跳转到土壤专题图	0.041
跳转到温度专题图	0.021
跳转到降雨专题图	0.033

#### 4. 压力测试

压力测试主要是为了测试硬件系统是否达到预期的性能目标，本项目主要测试了响应时间：打开专题图，跳转专题图等的响应时间。

主要响应时间如表 5-4 所示。由于蓄水池和水库专题图底图为 3D 底图，占用内存相对较大一些，因此响应时间相对来说较长一些，但是总体响应时间还是符合要求的。

## 第 6 章 总结与展望

### 6.1 总结

时光荏苒，大学马上要一去不复返了，回首过去的一年，内心不禁感慨万千，从选题到完成毕业论文接近一年的时间，通过这一年的毕业论文的设计完成，让我跟着导师学习了很多知识，让自己也得到了提高，这篇论文的题目是基于 openlayers 与 geoserver 的雨水资源 GIS 专题图设计与实现，刚开始对于这个题目不是很了解，因为大学中没有怎么接触相关的内容与知识点，但是对其还是挺感兴趣的，便选择了这个题目。

虽然自己只是负责系统的一小部分内容，但是通过对这个题目的学习深入，让自己深刻的学习了一个系统从有想法到落地所有经过的过程，想出一个课题，首先我们需要清楚该课题的研究背景，通过研究背景才能更好的做需求分析，更好的明白我们做这一项目的意义，然后我们需要查阅资料，了解国内外的研究现状，不能关起门来做项目，这也是导师告诉我们的，通过跟着导师学习，深刻的明白了完成一个系统第一步应该做的是什么。导师的一个团队经常聚在一起讨论需求，需求是完成系统的前提，通过和导师还有身边一起做的同学交流，让自己对于需求分析有了系统性的学习与了解，自己也明白了为什么做需求分析，如何做需求分析等问题，我们通过需求分析，整理出需要做的事情，需要完成的功能等，然后通过我们整理出的这些资料进行技术的选取和使用，看那些技术能更好的做出我们想要的结果，最后对于我的课题而言，我们选择了 geoserver 与 openlayers 两个发布服务与地图渲染的技术来进行开发。

选择完技术之后，便是开始做 GIS 专题图的总体设计，从设计思路，到功能设计以及数据库设计，让我体会到一个系统的雏形已经形成，这一步感觉自己以前的知识也用上了，之前学过数据库，通过数据库的基本知识，设计出这个系统的数据库感觉十分有成就感，通过总体设计这一环节，自己也学习到了一个系统的初步架构是如何形成的，让自己的全局观，从整体上开考虑问题的能力得到了切实的提高，我也觉得这种能力正式我之前所欠缺的。

当总体设计结束之后，便是 GIS 专题图的详细设计，我们使用 QGIS 画底图，设计图层，然后发布到 geoserver 上，然后通过 openlayers 获取发布到 geoserver 上的地图，然后对地图进行渲染得到需求所需要的结果，通过不同类型专题图的分类与实现，而且还得到了老师与同学的帮助。最终将所有的专题图实现了出来。

毕业论文完成并不是终点，而是一个新的起点，自己一定会继续学习，再接再厉，更上一层楼。

## 6.2 展望

基于 openlayers 与 geoserver 的雨水资源 GIS 专题图的设计与实现设计多方面的理论、方法和技术。仅仅通过这一项目的研究与学习还无法真正的对知识有很全面的了解，因此基于 openlayers 与 geoserver 的雨水资源专题图的设计与实现还有很多问题需要解决，需要在实际应用中不断积累与完善。而且随着时代的发展，气候的变化等等，势必会对各个业务的对接提出新的需求，这也需要我们去不断地探索新的需求，发展应用新的技术等等，使得系统更加完善，集成度更加深入。在以下几个方面中还需要做进一步的研究与开发。

1. 论文对于雨水资源最主要最基本的需求做了设计与实现，对于更加深入的信息如光辐射紫外线的强弱等等还需要加强，可以咨询气候的相关专家了解光辐射如何更好地进行设计与实现，增加系统功能的完整性。
2. 论文只考虑了需求分析的几种情况，对于后续可能需要增加的功能的可扩展性不高，这也是对于以后而言需要改进的内容。
3. 在设计过程中，有些地理底图较大，占内存较高，对于一些性能不太好的设备而言，加载可能需要一些时间，对于设备的运行内存的要求也比较高，因此如何将地理底图进行金字塔分割，根据比例尺进行分层实现，这也是接下来需要考虑的内容。
4. 该系统由于地理气候等各种数据的限制问题，未能按照某一市级区域进行设计，只能选取了中国地图数据较为获取的地图作为本次项目的设计底图，接下来需要改进的就是获取到相关区域的具体地理气候等数据，进行二次开发。

## 参考文献

- 陈述彭, 鲁学军, 周成虎. 1999. 地理信息导论. 北京: 科学出版社(02): 20~24.
- 仇巍巍, 陈从喜, 项家铀, 高宇, 齐书花, 朱先云. 2022. 三维 GIS 在国土空间规划中的应用综述. 国土资源信息化: 1~6.
- 郭明华. 2022. GIS 技术在水文水资源领域中的运用. 黑龙江水利科技, 50(02): 175~177.
- 黄智煌, 邬娜, 仇巍巍. 2022. 基于 3D GIS 和物联网的智慧矿山三维可视化系统设计与实现. 国土资源信息化: 1~7.
- 刘佳, 于福亮, 李传哲, 尹吉国. 2007. GIS 在水文水资源领域中的应用进展. 水电能源科学(02): 20~24.
- 刘治华. 2022. GIS 技术在水文水资源领域中的应用. 南方农业, 16(02): 229~231.
- 张国治, 韩景琦, 刘健犇, 陈康, 张硕. 2022. GIS PD 检测天线本体和巴伦共面柔性小型化 UHF 天线传感器研究. 电工技术学报: 1~12.
- Anish, A., Baiju, K., Thomas, P. K., Anns, M., Rajkumar, P., Babu, S. 2021. Status of GIS-enabled morphometric analysis of river basins of Kerala, Southern India: A review and assessment. *Regional Studies in Marine Science*, 44: 101792.
- Jha, M. K., Shekhar, A., Jenifer, M. A. 2020. Assessing groundwater quality for drinking water supply using hybrid fuzzy-GIS-based water quality index. *Water Research*, 179: 115867.
- Kawo, N. S., Karuppannan, S. 2018. Groundwater quality assessment using water quality index and GIS technique in Modjo River Basin, central Ethiopia. *Journal of African Earth Sciences*, 147: 300~311.
- Kvamme, K. 2022. A view from across the water: the North American experience in archaeological GIS. *Archaeology and geographic information systems: A European perspective*.
- Langat, P. K., Kumar, L., Koech, R. 2019. Monitoring river channel dynamics using remote sensing and GIS techniques. *Geomorphology*, 325: 92~102.
- Şener, Ş., Şener, E., Davraz, A. 2017. Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey). *Science of the Total Environment*, 584: 131~144.
- Suh, J., Kim, S M., Yi, H., Choi, Y. 2017. An overview of GIS-based modeling and assessment of mining-induced hazards: Soil, water, and forest. *International journal of environmental research and public health*, 14(12): 1463.

## 致 谢

逝者如斯，不舍昼夜，两次春去春又来，岁月稍纵即逝。此时，回头想想这段短暂的求学路，时而喜悦，时而惆怅。在这个美丽的校园里，原本天真幼稚的我如今已蜕变成一个睿智、沉稳的青年，感谢命运的安排，让我有幸结识了许多良师益友，是他们教我如何品味人生，让我懂得如何更好的生活！人生处处是驿站，已是挥手作别之时，在此，向所有帮助过我的人献上我最诚挚的谢意！

“饮其流时思其源，成吾学时念吾师。”至此论文完成之际，谨向我尊敬的两位导师孙老师和聂老师致以诚挚的谢意和崇高的敬意。非常幸运能够成为您的学生，在这短短的时间里，聆听着您们对我孜孜不倦的教诲，感受着您们严谨进取的治学精神和乐观向上的生活态度，我不仅体会到知识与研究的魅力，也学会了许多做人的道理。感谢两位导师从本研究开始一路指导至论文的完成，正是因为导师的思路清晰、反应敏捷，学术态度清新而开放，才使我的毕业论文有了极大的写作空间。导师的悉心点拨，耐心引导，常让我有“山穷水尽疑无路，柳暗花明又一村。”的感觉。毕业在即，在此谨向您们表示我最衷心的感谢，同时，祝导师们工作顺利，合家欢乐，身体健康，一切安好！

大学期间与我朝夕相处的同学是我最值得珍惜的宝贵财富，感谢赵桐、柯朋、惠明三位同室好友的真挚友情，在此，我要向他们说：“真的很高兴能够认识你们！虽然是短短的岁月却给我留下了永不磨灭的美好回忆。我不会忘记我们一起哭，一起笑，一起卧床畅谈的日子。你们的每一句话，每一个微笑，都值得我永远珍藏于记忆中！”并且感谢所有出现在我身边的同学，是你们出现，才让我的大学生活如此丰富多彩。

在我告别学习生涯之时，请容许我向我最爱的家人表示诚挚的谢意，想到他们，我总是感到温暖而安详。感谢我的爸爸、妈妈，正是因为有你们的鼓励和支持，才有了今天的我。你们的哺育之恩，爱护之情让我永生难忘。在我成功的时候，你们的笑容散发着幸福、满足和荣耀的光芒，照亮了我的前程；在我失败的时候，你们的眼神透露出理解、包容和鼓励的信息，让我意气风发，鼓足了勇气！感谢所有关心我，爱护我的亲人，祝福你们身体健康，万事如意！

最后，感谢所有参与本次项目的同学，感谢你们对我的帮助与指导，这对本论文的完成起着至关重要的作用。希望你们能够顺利完成学业，实现自己的梦想，谱写一曲与众不同的人生交响乐！

高瑞

二〇二二年五月于 杨凌