

上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

学士学位论文

THESIS OF BACHELOR



基于 Web 的污染物水质模型计算系统

学生姓名: 彭梅

学生学号: 5121619012

专 业: 环境科学与工程

指导教师: 申哲民

学院(系): 环境科学与工程

基于 Web 的污染物水质模型计算系统

摘要

近年来,我国水资源现状不断恶化,水污染事件频发,居民对其居住环境和健康更加关注,目前还缺乏这方面的系统性分析软件和计算体系。在互联网 RIA 技术日趋成熟的背景下,将污染物毒理学计算与计算机科学技术相结合,编写出一个水质模型数据处理程序,可以迅速有效地通过水质模型得出数据结果,一方面可以使相关研究者的工作和学习效率明显提高,另外一方面可以满足居民的需求。

这个基于 Web 的水质模型计算系统实现了水质模型计算与互联网的结合,将水质模型计算软件设计的更加方便,用户无需下载很大的软件,在浏览器即可完成计算,适应了用户的需求。另外本文详细介绍了零维水质模型,一维水质模型,湖库水质模型以及致癌风险度的分析和计算,互联网网页开发中 HTML, CSS 和 JavaScript 的相关知识,开发工具和项目从设计,编码到测试的具体开发流程。

关键词: 水质模型计算, Web, 计算机科学技术

WEB-BASED POLLUTANTS IN WATER QUALITY MODEL COMPUTING SYSTEM

ABSTRACT

In recent years, the current situation of China's water resources has worsened, water pollution incidents have occurred frequently, residents pay more attention to their living environment and health, but there is a lack of systematic analysis software and computing systems. As Internet RIA technology become more mature, combining computer science technology with pollution toxicology calculation, and developing a water quality model data processing program can quickly and efficiently obtain data processing results. On the one hand, many environmentalists can work and study efficiently, and on the other hand, the system can meet the needs of residents.

This Web-based computing system combines the water quality model with the Internet, makes the computing of water quality more convenient, the users don't need to download a huge software, all they need is just a browser. This paper describes the zero-dimensional water quality model, a one-dimensional water quality model, analysis and calculation of lake and reservoir water quality model and carcinogenic risk. And also describes HTML, CSS and JavaScript in web development, a complete project from design, coding to test and online.

Key words: Water Quality Model, Web, Computer Science and Technology

目录

第一章 绪论.....	5
1.1 研究背景.....	5
1.1.1 水污染现状和简介.....	5
1.1.2 计算机科学技术在环境行业中的运用.....	5
1.1.3 Web 应用程序相关技术.....	6
1.2 研究内容和意义.....	6
1.2.1 研究内容.....	6
1.2.1 研究意义.....	6
1.3 论文的章节安排.....	7
1.4 本章小结.....	7
第二章 污染物水质模型分析.....	8
2.1 水体中污染物的来源.....	8
2.2 污染物在水中的迁移转化.....	8
2.2.1 污染物的迁移转化.....	9
2.2.2 河流水体的自净过程.....	9
2.3 水质数学模型及预测.....	9
2.3.1 零维水质模型.....	9
2.3.2 一维水质模型.....	10
2.3.3 湖库水质模型.....	10
2.4 污水致病及风险评价.....	11
2.4.1 污水致病.....	11
2.4.2 风险评价.....	12
2.4.3 致癌危险度分析.....	12
2.5 典型案例分析.....	12
2.6 本章小结.....	13
第三章 技术选型和架构.....	14
3.1 应用程序.....	14
3.1.1 常见的应用程序体系.....	14
3.1.2 Web 应用程序.....	14
3.2 互联网与网页知识.....	15
3.2.1 网页结构描述语言 HTML.....	15
3.2.2 层叠样式表 CSS.....	17
3.2.3 脚本语言 JavaScript.....	18
3.3 本章小结.....	20
第四章 系统实现与编码.....	21
4.1 项目需求.....	21
4.2 系统架构和界面.....	21
4.2.1 系统架构.....	21
4.2.2 界面设计.....	21

4.2.3 DIV+CSS 布局.....	22
4.3 开发工具和类库.....	23
4.3.1 Sublime Text.....	23
4.3.2 Photoshop.....	24
4.3.3 Font Awesome.....	25
4.3.4 jQuery.....	25
4.4 部分源码分析.....	26
4.4.1 页面主体 HTML 结构.....	26
4.4.2 样式表源码分析.....	27
4.4.3 算法实现 JS 代码.....	28
4.5 测试和成果.....	29
4.6 本章小结.....	30
第五章 结论.....	31
5.1 结语.....	31
5.2 展望和感想.....	31
参考文献.....	32
谢辞	33

第一章 绪论

在环境毒理学研究中，在毒理学模型的计算过程中，查询污染物的相关毒理数据时或者在计算器中输入数据时，容易出现失误。近年来，随着网络技术的普及，各行各业已经开发了实现了一些自动化计算应用，极大地简化了复杂计算的过程，与此同时也提高了计算的准确性。21世纪是网络的世纪，网络给人们带来更新，更快的信息，操作更加方便，与互联网技术相融合也是环境产业发展的方向。

污染致病的现象日益普遍，居民对健康更加关注，目前还缺乏这方面的系统性分析软件和计算体系。在互联网RIA技术日趋成熟的背景下，将污染物毒理学计算与计算机科学技术相结合，编写出一个污染物环境毒理效应数据处理程序，可以快速高效的得到数据处理结果，可以使相关研究者的工作和学习效率明显提高。由于上述原因，设计并开发了基于Web2.0的水质模型计算系统。系统采用B/S模式计算，这种模式对用户来说友好且便捷，只需打开浏览器进入相应的主页即可运行，无需进行复杂的安装。

1.1 研究背景

近几年来企业超标排放、国内外化工厂爆炸、过度使用化肥以及各种工厂和生活污水的肆意排污等，现阶段我国的水资源现状不容乐观，不断恶化，将近一半的水资源受到了严重的污染。水污染事件的主要特征为各种对人体有毒、有害污染物在短期内大量进入水体，给附近的居民和水生态造成了巨大的影响。随着人们对环境的关注度越来越高，向人们普及一些污染物扩散预警模型，污染物慢性暴露人体健康风险评估，致癌物短期暴露安全浓度等相关知识是十分有意义的。

1.1.1 水污染现状和简介

人类排放的各类外源性物资进入水体以后，超出了水体自己的自净作用所能承受的规模，造成水体污染。水体污染可以按照污染来源可以分成自然污染和人为污染两类，人为污染是主要的污染形式。也可以根据污染物杂质的种类将其可以分为化学污染，物理污染和生物污染。

最近几年，我国的环境污染越发严重，污染事故更是屡屡发生，引发公众更加强烈的关注。而在这些污染事件中，水污染事故就占了一半左右。根据我国环境监察部的统计结果来看，这些年来国内的水污染事故每年都达到了1700起以上。比较典型的事件有2015年宜昌长阳的锰排放造成的水体污染，2013年天脊集团的苯胺泄露事故等。各种有毒有害化学污染物的排放，如果没有经过正确的处理就排入环境中，很容易造成水体污染。面对越发严重的水污染现状，国家也出台了相关法律，2015年1月1日《环境保护法》正式实施，2015年4月2日《水十条》的出台等，各项措施体现了环境污染治理的重视，社会公众对此的关注度也非常高。

1.1.2 计算机科学技术在环境行业中的运用

计算机科学技术对环境行业有着很多积极的影响，互联网的发展更是加速了环境保护信息化的过程，计算机科学技术在环境行业的应用十分广泛，包括各种环境监测系统，环保信息发布平台，噪音检测系统，污水处理系统，环境信息发布系统等。对于环保工作者来说，研究工作更加便捷，大大提高环境行业从业者的工作效率，有效的促进研究工作的进展。对于公众来说，他们能更加及时和全面的了解当前的环境现状，做好预防措施和补救措施。对于政府来说，相关应用改善了对环境污染事故的预警机制，可以使环境保护部门更好地开展行政管理、执法监督等工作^[2]。

1.1.3 Web 应用程序相关技术

Web应用程序有着跨平台、部署容易、更新容易等一系列优势。主要实现技术是用HTML（超文本标记语言）来标记页面展示的内容，通过CSS（层叠样式表）控制网页展示的风格，通过JavaScript控制客户端的交互动画和逻辑处理，通过AJAX请求或HTTP请求将客户端数据传输到服务端，实现互联网资源共享。

Web应用程序项目开发的部分技术基础：

（1）Ajax 技术

AJAX的英文全称为“Asynchronous JavaScript and XML”，即异步的JavaScript和XML，其核心对象XMLHttpRequest对象，有了这个对象，JavaScript代码可以在不重新刷新页面的情况下与Web服务器进行数据交换。使得网页可以实现实时获取服务器端的数据并实现页面的局部刷新，大大地提高了用户体验。迄今为止，它的应用已经非常广泛，几乎所有网页都应用了该项技术。

（2）编码风格

编写可读性良好，易于拓展，以及可维护性良好的代码可以使项目的开发和维护更加的便捷。另外可以通过函数的封装完成代码的模块化，也可以使用分文件存储进行代码模块化。对于大规模的项目，实现组件化，将独立的功能封装成特定的接口实现代码复用，可以使项目的可扩展性更强^[3]。

1.2 研究内容和意义

1.2.1 研究内容

设计并开发一个基于 Web 的污染物水质模型计算系统的应用程序。

实现功能：

- （1）通过对水质模型的解析，对其相关过程完成精确、迅速的计算工作。
- （2）典型水质模型案例的分析以及计算。
- （3）相关化学物质致癌危险度的计算。

整个系统应用了富互联网技术(RIA)，将污染物水质模型计算的应用程序设计的更加方便。用户可以方便快捷的通过内置浏览器访问 Web 应用程序进行计算，不需要再安装其他的应用程序。

1.2.1 研究意义

污染致病现象日益普遍，居民对健康更加关注，目前还缺乏这方面的系统性分析软

件和计算体系。在互联网 RIA 技术日趋成熟的背景下，将污染物毒理学计算与计算机科学技术相结合，编制一个基于 Web 的污染物水质模型计算系统，可以快速有效地得出水质模型处理结果，可以大大提高环境行业从业者的工作效率，使公众更加及时和全面的了解当前的环境居住现状。另外水质模型结构的解析和其中对于典型案例的计算过程和结果可以为从事水利、环保等涉及河流水污染预报、水环境调查评价等工作提供借鉴和参考。

1.3 论文的章节安排

本论文总共分为 5 个章节。

第一章 绪论部分，详细叙述了论文写作和系统制作的背景、内容和意义。

第二章 整理了污染物水质模型的算法和经典案例。

第三章 介绍了基于 Web 的技术选型和一些系统编写时所用到的互联网知识。

第四章 详细叙述了水质模型系统开发的项目开发流程，各个阶段以及所用到的开发工具和类库。

第五章 水质模型计算系统的成果展示和结语。

1.4 本章小结

本章详细介绍了基于 Web 的污染物水质模型计算系统的研究背景和研究意义，在水体污染和水污染事件频发的今天，公民对环境污染问题十分关注，随着互联网信息科技的发展，将污染物毒理学计算与计算机科学技术相结合，编制一个基于 Web 的污染物水质模型计算系统，可以快速有效地得出水质模型处理结果，可以大大提高环境行业从业者的工作效率，同时使公众更加及时和全面的了解当前的环境居住现状。

第二章 污染物水质模型分析

2.1 水体中污染物的来源

水是自然界中一种非常珍贵而有限的物质存在。地球上水的总储量为 138.6 亿立方米，而淡水只占 0.9%。由于社会生活和生产的需要，人类每天都会从自然界中取大量的水，经过利用之后就产生了生产废水和生活污水，这些水最终又会被排放到自然界中。在水循环的过程中，若不好好协调经济发展和环境保护的关系，很容易造成水环境污染，给人类社会带来严重的经济损失、危害生态的平衡甚至会让人类面临生存条件恶化的危险。

(1) 工业废水

工业废水 (industrial wastewater) 是指工厂利用过后排放的废水和废液，其中还会包括各种随水流失的生产原料，中间产物，副产物。工业生产排放的废水水质和水量也会因为生产工艺和生产流程不同产生很大的差异。并且除了间接冷却水以外，都会含有多种同原材料相关的物质，其在废水中的存在形态也各不相同，增加了废水净化的困难。

人类大规模的生产生活活动，比如矿山的开采、工业生产活动中所排放的未经处理的废水和废渣、农业中施用的农药或化肥、社会生活中排放的生活污水和各种有毒有害物质等都会对水源造成不同程度的污染。工业生产广泛的分布，成分复杂且毒性大的污染物，使其在水中不易净化，处理也比较困难。因此，工业生产所排放的工业废水，废渣甚至废气所造成的污染最为重要。不同的工业，甚至同一工业的不同工艺，产生的废水量和组成都不一样。一些典型的工业类型的废水包括造纸工业废水、石油开采和炼制工业废水、电镀废水、农药制药等。

(2) 生活污水

生活污水 (domestic sewage) 是人类每天生活过程中所排放的污水，也是水体的首要污染源之一。粪便和洗涤污水是生活污水的主要来源。城市里每人每日排出的生活污水量大约为 150 到 400 升，排出量与当地生活水平密切相关。生活污水里会含有大量的有机物、无机盐类氯化物等，总的特点是含氮、磷、硫高，在同厌氧细菌的反应下，容易产生恶臭物质。按污染物的形态可以将生活污水分为不溶解物质、胶态物质和溶解物质。

排污量的相关计算经验公式是：

$$S = P * f \quad (2-1)$$

其中：S——污染排放量

P——企业产量

f——单位产品的排污量

$$f = C * T \quad (2-2)$$

其中：C——浓度

T——用水量

2.2 污染物在水中的迁移转化

2.2.1 污染物的迁移转化

污染物进入水环境有很多方式，常见的由通过大气沉降、下渗和地表径流等方式。主要来源则是因为各种有毒物质的泄露或者是不恰当的处理。污染物进入水体之后，会在水体内进行分布。其中水溶性的物质会在水中随着水的流动而扩散，非水溶性的物质则会沉降到水体底部。另外水中的水生生物也会吸收或者吸附污染物质使其进入生物体，参与到食物链的循环。

2.2.2 河流水体的自净过程

受污染的河流经过物理、化学和生物等方面的作用，使污染物浓度降低或转化，水体恢复到原有的状态这种现象称为水体自净。按照净化的机制，可以将水体自净分为物理净化、化学净化和生物净化三类。水体自净作用的过程是非常缓慢的，自净能力也是有限的，如果污染物进入水体之后，其含量超过了水体的自净能力，就会引起水质恶化，造成水体污染。

(1) 物理自净过程

物理自净过程包括稀释，吸附和沉淀。主要污染物在水中的混合稀释以及自然沉降过程。混合稀释取决于水的对流和扩散强度，同时也和排污方式以及水体容量有关，它只能降低水中污染物的浓度，不能减少其总量。吸附沉淀作用主要表现为很多污染物质通过吸附在水中悬浮物上随流体迁移、沉积从而完成了水与底质之间污染物的交换，可以是水质得到净化，但是底质中的污染物增加了，存在二次污染的隐患。

(2) 化学自净过程

化学自净方法包括氧化和还原污染物，分解和化合，水解和聚合等作用。其中所述氧化还原反应在化学自净中具有重要作用，溶解氧和污染物发生氧化反应，形成的不溶物和沉淀析出。如 Fe 盐氧化： $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} = \text{Fe}(\text{OH})_3$

(3) 生物自净过程

生物净化处理是指在溶解氧充分的条件下，水中的微生物将有机污染物作为食饵通过氧化分解作用转化为无害的简单无机物。河水中微生物的种类和数量会直接影响其自净作用，河水的自净能力与微生物的种类和数量成正比关系^[4]。

2.3 水质数学模型及预测

水质的控制、治理和预测都需要定量的数据以发现污水排放与水体的水质变化之间的定量规律，所以需要水质及其变化进行数学模拟。水质数学模拟是指将水体污染中的物理、化学、生物等复杂的现象和过程以及各个影响因素之间的相互作用适当加以简化、模拟，用定量描述水中污染物随着时间、空间迁移和转化规律的代数方程来表达，同时又能够保持水污染本质特性的数学模型。水质数学模型建立了污染物的水的质量和数量之间的定量关系，从而为水质评价，预测提供了更可靠的依据。因此，它是水体环境质量评估和质量规划的有力工具。

根据不同水体的性质，水质模型可分为河流，湖泊和地下水的数学模型。另外根据水文要素、污染物的扩散特点等又把水质模型分为零维、一维和二维三种形式建立。如下将对各种模型进行介绍。

2.3.1 零维水质模型

如果研究的河段是恒定均匀流，且排污量也是恒定不变的。当水中污染物是既不溶于水，也不沉淀的保守物质时，河段的水质模型为

$$C = \frac{QC_1 + qC_2}{Q + q} \quad (2-3)$$

式中, C_1 , C_2 , C 分别表示河流中原有的、入河污水的、河水与污水均匀混合后的污染物浓度 (mg/L); q , Q 分别为污水排入流量和大河流量 (m^3/s)。

当污染物是可降解且非保守的物质时, 水质方程计算公式则为

$$C = \frac{(1-k)QC_1 + qC_2}{Q + q} \quad (2-4)$$

2.3.2 一维水质模型

现阶段应用最为广泛的水质模型就是一维水质模型。

一维水质模型的假设条件: 某一水团沿水流运动方向移动, 同时存在于该水团中的污染物亦随之移动, 在运动过程中, 污染物由于降解或转化成其它形式而发生浓度变化, 这一变化往往与河流状态有关如: 水温、溶解氧浓度等等, 一维模型适用的假设条件是横向和垂直方向混合相当快, 认为断面中的污染物浓度是均匀的^[5]。

(1) 稳态情况: 均匀稳定的排污条件下, 河流断面, 流速, 流量, 污染物的输入和扩散系数不随时间变化。

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}(v_x c) - \frac{\partial}{\partial x}\left(D \frac{\partial c}{\partial x}\right) + S \quad (2-5)$$

同时污染物按一级化学反应, 不考虑源和汇, 则有如下解:

$$c_x = c_0 \exp\left[\frac{v}{2D}(1-m)x\right]$$

$$m = \sqrt{1 + \frac{4K_1 D}{v^2}} \quad (2-6)$$

其中: K_1 ——污染物降解的速率常数

D ——纵向弥散系数

v ——河水的流速

(2) 忽略弥散的情况

适用于小型河流, 小流量, 扩散系数小的情况, 其微分方程为:

$$v \frac{dc}{dx} = -K_1 c$$

在 $x=0, c=c_0$ 初始条件下, 其解为:

$$c_x = c_0 \exp(-K_1 x / v) \quad (2-7)$$

2.3.3 湖库水质模型

(1) 保守物质: 当流进湖泊的污水量与流出湖泊的湖水量不相等时, 对于守恒物质 (惰

性物质), 根据保护每湖污染物浓度 C 的单位时间的质量变化的规律可表示为:, 根据质量守恒定律, 单位时间湖泊内污染物浓度 C 的变化可用下式表示:

$$V \frac{dC}{dt} = qC_i - q'C \quad (2-8)$$

式中: q —流入湖泊的污水量, m^3/d ;

C_i ——入湖污水中污染物浓度 (m^3/L);

q' —流出湖泊的湖水水量 m^3/d ;

v ——湖泊容积 (m^3);

设上式初始条件为: $t=0$ 时, $C=C_0$, 将上式积分, 得到 t 时刻的湖水中污染物的平均浓度

$$C = RC_i - (RC_i - C_0)e^{-\frac{t}{T}} \quad (2-9)$$

式中: R ——入湖水量和出湖水量的比值 q/q' ;

T ——污水在湖中滞留时间: $T=V/q$ 。

非保守物质: 当污染物为易分解有机物时, 湖水中污染物浓度的变化, 可用下列方程表示:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{N}{V} - \frac{qC}{V} - k'C \quad (2-10)$$

设上式初始条件为: $t=0$ 时, $C=C_0$, 将上式积分, 得到 t 时刻的湖水中污染物的平均浓度:

$$C = C_0 \exp\left(-\frac{q+k'V}{V}t\right) + \frac{N}{q+k'V} [1 - \exp\left(-\frac{q+k'V}{V}t\right)] \quad (2-11)$$

式中: c ——污染后湖水中有有机物质的含量, m^3/L ;

c_0 ——初始状态湖水有机物质浓度, m^3/L ;

N ——每天湖中有机物的输入总量, g/d ;

V ——湖泊容积, m^3 ; q ——湖泊流出水量, m^3/d ;

k' ——有机物分解系数, $1/d$ 。

2.4 污水致病及风险评价

2.4.1 污水致病

联合国环境规划署 2010 年 3 月 22 日世界水日发布的一份报告指出全球一半以上的住院患者是由于感染污水相关疾病, 其中死亡的病例百万计。联合国环境规划署在 2010 年 3 月 22 日世界水日发布一份报告, 称全球半数以上住院患者染病与污水相关, 每年致死致病

数以百万计人^[6]。饮用水质不符合标准会引起伤寒、副伤寒和急性肠胃炎等疾病。

2.4.2 风险评价

环境中的化学物质可以通过很多途径在环境中进行迁移、转化，在一定条件下会对人体产生危害，如目前使用的某些化学物质已经被证实对人有致癌、致畸的作用，还有一些会对内分泌系统有干扰作用。因此，化学安全评估就显得特别重要。

人们在日常生活中总是会自觉或者不自觉地通过食物、空气和水等接触到各种物理性、化学性或者生物性的有害因子，因此也很想知道这些因子是否会对健康造成怎样的危害，造成危害时发生的概率和致病的严重程度，环境健康危险度的评价就是为了满足这些需求而出现的。

20 世纪 50 年代，健康危险度评价的安全系数法首次被提出，20 世纪 60 年代以后，关于致癌物有无阈值和致癌物的危险度评价方法成为研究者们关注的课题。其中一些学者提出用实际安全剂量来估计致癌物质的实际危险度，再之后人们渐渐使用一些数学模型在动物实验剂量——反应关系曲线的基础上估计认得出人终生得癌的超额危险度。20 世纪 80 年代以后环境健康危险度评价日益受到重视，美国国家科学院和国家研究委员会于 1983 年提出了环境健康危险度定量评价的危害鉴定，剂量——反应关系评定、暴露评价和危险特征分析的四部模式^[7]。该模式已经广泛应用于致癌物质的健康危险度评价。我国的环境健康风险度评价工作是在新中国成立之后才得以起步的。近年来，一些学者采用可健康危险度评价的方法对严重危害人民健康的环境化学物质进行了定量评估，取得了良好的成果，部分还为政府和有关部门提供了可靠的科学依据。

2.4.3 致癌危险度分析

致癌危险度一般表示为人的一生中得癌的超额危险度。EPA 采用可多阶段模型，其中假定斜率系数在低剂量段呈线型，这样致癌危险度直接与受到评价的化学物质的摄入量有关。一个人一生中得癌的概率是通过斜率系数 (SF) 和长期日摄入量来估计的^[8]。这种估计是十分保守的，实际的可能性也可能更小。当计算出的致癌危险度超过 10^{-2} 时，可以采用下式估算致癌危险度：

$$\text{致癌危险度} = 1 - e^{(-CDI \cdot SF)} \quad (2-12)$$

2.5 典型案例分析

某冶金工厂的电镀废水排入附近的河流中，废水流量为 $2\text{m}^3/\text{s}$ ，其中含有铜离子的浓度为 3700mg/L 。研究的河段水流恒定，河流的平均流速 $0.5\text{m}/\text{s}$ ，平均河流宽度为 50m ，平均河水深度为 2.5m ，河水源头中铜离子的浓度为 0.05mg/L ，河水流入一个湖泊，湖泊的出水量为 $500\text{m}^3/\text{s}$ ，湖泊体积为 $30(\text{Km})^3$ 。若下游的居民以此湖水为饮用水源，按照地表水 III 标准，饮水摄入铜离子 $<1.0\text{mg/L}$ ，可否？（1 天后、1 月后和长期后）

案例分析过程如下：

河水的流量： $Q_1 = 50 \times 2.5 \times 0.5 = 62.5 \text{ m}^3/\text{s}$

河水的浓度 $C_1 = 0.05\text{mg/L}$

污水的流量 $2\text{m}^3/\text{s}$

污水的浓度 3700mg/L

混合后河水的浓度： $C_3 = (Q_1 C_1 + Q_2 C_2) / (Q_1 + Q_2) = 114.8 \text{ mg/L}$

湖水停留时间： $T = V/q = 30 \times 1000 / 500 (\text{S}) = 694.4 (\text{d})$

$R = q/q' = 0.129$

1 天湖水中的铜离子浓度:

$$\begin{aligned}C &= RC - (RC - C_0) e^{-t/T} = 0.129 * 114.78 - (0.129 * 114.78 - 0.05) e^{-1/694.4} \\&= 14.80 - 14.75 e^{-0.00144} = 0.0712 \text{ mg/L} ; \\C &< 1.0 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

1 月湖水中的铜离子浓度:

$$\begin{aligned}C &= RC - (RC - C_0) e^{-t/T} = 0.129 * 114.78 - (0.129 * 114.78 - 0.05) e^{-30/694.4} \\&= 14.80 - 14.75 e^{-0.0432} = 0.674 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

长期: $C = RC = 0.129 * 114.78 = 14.80 > 1.0 \text{ mg/L}$

2.6 本章小结

本章叙述了水中污染物的来源, 水环境中污染物的迁移转化, 河流水体的自净过程, 并详细分析了零维水质模型, 一维水质模型和湖库水质模型的计算方法, 以及致癌危险度的计算过程。最后给出一个典型案例的分析过程, 是整个计算系统的理论基础。

第三章 技术选型和架构

3.1 应用程序

应用程序是指为完成某项或者多项特定工作的计算机程序，它运行在用户模式，可以和用户进行直接的交互，具有可视的用户界面。

3.1.1 常见的应用程序体系

常见的几种应用程序体系包括如下四种：单机架构，工作站/服务器架构，客户机/服务器架构以及浏览器/服务器架构。

- (1) 单机架构：指的是所有的应用程序都在本地机器上运行，所有的数据也被存储在设备中。其优点是安全，不容易造成数据丢失，效率高。缺点是没有办法实现数据间的共享。
- (2) 工作站/服务器架构 (Workstation/Server, W/S)：指的是数据存储在服务器上，仅处理工作站上的数据，服务器仅中转数据。其优点是易于配置，对服务器端的硬件配置要求不高。缺点是数据处理效率低。因为需要在网络中发送所有数据，增加了网络流量。工作站硬件配置进一步的需求是比较高的，我们还需要升级多个工作站升级，维护成本增加，过于依赖工作站的性能。
- (3) 客户机/服务器架构 (Client/Server, C/S)：指的是从客户端发起操作指令到服务器，在服务器上执行数据的处理，服务器返回操作的完成结果到客户端。其优点是只需要高性能的服务器，客户端的配置要求相对较低。采用高性能服务器可以得到很高的效率。数据量传输量小，因为网络的作用是发送命令和读取操作的结果。缺点是在客户端需要处理程序才能够得到最终的内容。只有满足 LAN 规格可实现与客户端服务器通信。在配置远程或移动用户时会更加麻烦。
- (4) 浏览器/服务器架构 (Browser/Server, B/S)：使用标准的因特网通信协议——TCP/IP 协议作为客户端和服务器之间的通信协议，因此，位于互联网上的任何地方的人们能够正确地访问服务器，在服务器上的处理数据，生成方便客户端下载的页面^[9]。

3.1.2 Web 应用程序

Web 应用程序可以经由因特网进行访问，其最大的优点是在因特网上的用户在访问应用程序时，用户仅需要拥有浏览器即可，更方便的实现资源共享。

应用程序有两种模式。一种是 C/S——客户机/服务器程序，这类程序一般是独立运行^[10]。另一种是 B/S——浏览器/服务器端应用程序，这些程序通常依赖于 Chrome 或其他浏览器上运行。而 Web 应用程序通常使用 B/S 模式，它与其它用 C, C++ 和其它标准编程语言编写出的项目没有本质的区别，唯一的不同在于，它是基于 Web 的，而不是使用传统方法运行的，它是一个典型的浏览器/服务器架构的产物。

浏览器/服务器架构 (Browser/Server) 可以很好的应用在局域网上，它相对于其他几种应用程序体系结构，有如下几方面的优点：

- (1) 用户可以在因特网上的任何位置，通过标准通信协议访问服务器端，实现数据

共享。

- (2) 在服务器端对数据进行处理并进行模板处理，然后发送到客户端供用户直接下载。
- (3) 也可在客户端的数据处理将进一步简化，将浏览器作为客户端的应用程序，无需下载安装其他应用程序。

3.2 互联网与网页知识

电脑上显示的网站都是由一个个网页组成的，网站是网页的集合，包含若干个网页。网站的源代码包括所有与网站建设有关的文件代码，这些代码有用 HTML、CSS、JavaScript 编写的代码，也有用后台语言 PHP、Java、JSP 等编写的代码。一个网站组成常用的文件如下图所示：

	css	存放网站的CSS文件
	images	存放网站的图片，包括各种格式（jpg、png、gif等）
	js	存放网站的JavaScript文件
	temp	存放网站的临时图片，比如经常更新的产品图片等
	index.html	网站首页
	product.html	网站子页

图 3.1 网站组成

每个网页都是一个文件，这些文件都有着不同的扩展名，不同语言开发的后缀名也不相同，常见的后缀名有：.html、.htm、.php、.jsp 等。每个网页的外观，即它显示出的不同颜色搭配，灵活的布局等，都是因为在网页的文件中引入了 CSS 样式表，网站中的一些动态交互效果或者是一些简单的逻辑，则需要用到 JavaScript 代码。即在一个网站的前台界面中，离不开 HTML、CSS 和 JavaScript 这三种技术：由 HTML 负责描述页面的数据和信息；CSS 负责控制页面的展示；JavaScript 则负责响应用户的操作，为网页添加一些动态的功能。

网站的制作离不开网站的开发语言，从前端到后端，从标记语言到程序语言。网站的开发语言按照层级可以分为这几种：标记层（HTML）、修饰层（CSS）、客户端脚本层（JavaScript）以及服务器端脚本（PHP、Python、Java 等）。

3.2.1 网页结构描述语言 HTML

万维网（World Wide Web）上的一个超媒体的文档就称之为一个页面，开始点的页面称之为主页或首页，主页中通常包括有指向其他相关页面或者是其他页面的节点，即超级链接，它是一种统一资源定位器（URI），通过点击它，就可以便捷的获取新的网页。

HTML（HyperText Markup Language），中文名称是超文本标记语言，它是一种用来描述网页的语言。HTML 是一种基础技术，常与 CSS、JavaScript 一起被用于开发各种类型的网页、网页应用程序和移动应用程序的用户界面。在网页浏览器中，可以读取 HTML 文件，并将它渲染成可视化的网页，它描述了一个网站的结构语义随着线索的呈现，它并不属于编程语言而是一种标记语言。现在我们习惯于用数字来描述 HTML 的版本，例如：HTML4.01、

HTML5, HTML 在 1993 年只是一个初稿, 并没有形成标准。两年后, 1995 年, 我们有了第二个 HTML 版本, 发布为 RFC1866。之后 HTML 发展非常迅速, 1996 年, HTML3.2 成为 W3C 推荐标准。1997 年和 1999 年, 作为升级版本的 HTML4.0 HTML4.01 也成为了 W3C 推荐标准。

HTML 是由一套标记标签组成, 其中每个标签都有自己的含义和适用范围。HTML 元素是构建网站的基石, 它允许嵌入图像和对象, 而且可以用来创建交互式的表单。使用语义化的标签有很多的好处:

- (1) 语义化的网页, 更加容易被搜索引擎抓取, 便于网站的推广。
- (2) 去掉样式或者是样式丢失的时候页面的结构依然十分清晰。
- (3) 移动设备能够更加完美的展示网页。
- (4) 阅读器也会一句标记的语义进行解析, 渲染出更易于阅读的内容格式。
- (5) 便于后期的开发和维护, 有利于提高团队合作效率。

在 HTML 中, 全部的标记都会用尖括号<>括起来。绝大多数标记都是成对出现的, 包括了开始标签和结束标签。HTML 中的标记是不区分大小写的。在标签中, 可以分成单标记和双标记, 单标记的语法形式是: <标签/>, 双标记的语法形式是: <标签>内容</标签>。

HTML 标记中的属性是用来描述对象特征的特性。在 HTML 中, 所有的属性都放在开始标记的尖括号里, 属性和属性、属性和标记之间采用空格分隔, 属性的值则放在相应属性之后, 用等号分隔。其格式为: <标记 属性 1=属性值 1 属性 2=属性值 2 . . . > 受到影响的内容</标记>, 例如<h1 bgcolor = “#cff” text = “#603” > 此处填写内容 </h1>。HTML 标记中的属性值通常也不需要区分大小写。

以下是一个 HTML 文档的基础代码:

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>基于 Web 的污染物水质模型计算系统</title>
</head>
<body>
  主体部分内容
</body>
</html>
```

<head></head>这对标记代表头部信息的开始和结束。头部信息中主要包含了页面的标题, 说明等内容, 它本身不作为内容来显示, 但是会影响网页的显示效果。头部中常用的标签有<meta>、<title>、<script>和<style>等。

<body></body>这对标记代表正文的开始和结束, 也被称为实体标记。

其他常用的标签还包括:

- (1) 图片插入的 HTML 标记, 它有一个 src 属性, 用以指明图片文件的位置, 另外也可以通过 width 和 height 属性来设置图片的宽度和高度。
如:
- (2) 建立超链接使用的 HTML 标记为<a>。它有最重要的两个要素, 设置为超链接的文本内容和超链接所指向的目标地址。
如: 上海交通大学环境科学与工程学院官方网站。

某些标签之间可以进行嵌套使用。

XHTML（可扩展超文本标记语言）是指可扩展超文本标记语言，它是在语法更严格，更纯净的 HTML 版本。XHTML 文件结构还包括头部（头）和主体（主体），其中所述头部描述了由浏览器所需要的信息，主体部分包括要描述的具体内容。

3.2.2 层叠样式表 CSS

CSS (Cascading Style Sheets)，即层叠样式表，它是用于增强控制网页样式并且允许将样式信息和网页内容分离的一种标记性的样式设计语言。CSS1 发布于 1996 年 12 月 17 日，之后在 1999 年，W3C 公布了一个修订版、详细的 CSS 规范，称之为 CSS2。CSS 最新的版本为 CSS3，CSS3 语言是朝着模块化的方向发展的，把之前庞大而复杂的模块分解成了一些比较小的模块，这些模块主要包括：盒子模型、列表模块、背景和边框、文字特效、超链接方式等。

CSS 可以称得上是 Web 设计领域的一个突破，CSS 布局相对于传统的 HTML 的表现而言，它具有如下优势：

- (1) 可以实现高效率的开发与简单维护。由于采用 CSS 布局页面的网站，内容和形式会分离，可以方便的修改网页样式，网站前台仅需要显示内容，CSS 对样式的控制可以独立的运行，将形式上的美工全部交给 CSS 来处理，修改和更新网页都会更加的容易，提高了工作效率。
- (2) 使得生成的 HTML 代码更加精简，打开时更加迅速，用户体验更好。另外由于 CSS 样式文件和 HTML 文件相分离，减少了网页文件的大小，加快了网页解析的速度。
- (3) 支持对页面布局进行像素级的控制，支持几乎所有的字体风格，可以进行初步交互设计和编辑网页模式。
- (4) 信息跨平台可用性。几乎所有的主流浏览器都支持层叠样式表，有着非常好的适应性^[11]。

CSS 的基本语法包括三个方面：选择器、属性和值。CSS 语句主要由两个部分构成：选择器和一条或者多条声明。下面是一个符合 CSS 语法的简单示例代码：

```
p {color:red;font-weight:bold;}
```

这行代码的作用是将 p 元素内文字的颜色设置为红色，并且将字体设置成粗体。其中 p 是选择器，color 和 font-weight 是属性，red 和 bold 是值。

选择器 (selector) 是 CSS 中非常重要的概念，所有的 HTML 语言中的标记都是通过不同 CSS 选择器进行控制来改变其样式的。用户仅仅需要选择器对不同的 HTML 标记进行选择，然后赋予各种样式声明，就可以实现各种效果。

常用的选择器有以下几种：

- (1) 标签选择器。标签选择器是指用 HTML 中已有的标签作为名称的选择器。如：body {}、p {}、h2 {} 等。
- (2) 类别选择器。类别选择器允许在 HTML 文档中被重复使用，但是需要在 HTML 文档的标签中用 class= “ ”，为相应的标签指定使用的类名。
如：HTML 中，<p class = “red” ></p>
CSS 中 .red { color:red }
- (3) ID 选择器
ID 选择器是用户自定义名称的选择器，为标记有特定 ID 的 HTML 元素指定特定的样式，ID 选择器以 “#” 来定义。特定的 ID 在网页内部仅出现一次。
如：HTML 中，<p id = “blue” ></p>

CSS 中 #blue { color:blue; }

CSS 可以通过多种方式灵活的应用到 HTML 文档之中，按其使用时位置的不同可以分为以下 4 种，行内样式 Inline、内嵌式 Embedding、链接式 Linking 和导入式 Import，其中，优先级：行内样式 > 内嵌式 > 链接式 > 导入式。

(1) 行内样式表

行内样式定义在 HTML 标记里面，仅对所在的标记起作用。当样式只需要在一个元素上应用时，可以使用行内样式。由于要将表现和内容混杂在一起，行内样式会损失很多优势，其语法结构如下：

<元素名称 style = “属性:属性值” ></元素名称>

如：<p style = “color:red” ></p>

(2) 内嵌式样式表

内嵌式样式表就是将 CSS 代码写在 <head></head> 标签之间，并且用 <style></style> 标签包裹起来。代码如下

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>内嵌式样式表</title>
  <style>
    p {font-size:20px; color:blue; font-style:italic;}
    h1 {text-decoration:underline; font-size:24px;}
  </style>
</head>
<body>
</body>
</html>
```

(3) 链接式样式表

链接式样式表将 HTML 文件和 CSS 文件完全分离，使页面的 HTML 代码和样式表 CSS 代码独立作用，这样做使得页面的前期制作和后期维护都十分方便。使用链接式样式表方式修改网页外观，只需要修改单独的 CSS 样式表文件，并且同一个样式表文件可以重复的应用于多个网页。链接式样式是使用频率最高、也是最实用的方式。

其写法如下：

<link href = “css 文件路径” type = “text/css” rel = “stylesheet” >

(4) 导入式样式表

导入式样式表的使用和链接式样式表类似，其写法如下：

<style type = “text/css” >

@import url(css 文件的路径);

</style>

3.2.3 脚本语言 JavaScript

JavaScript 是世界上最流行的脚本语言，因为你在电脑、手机、平板上浏览的所有网页和基于 HTML5 的手机 App 的，其中的交互逻辑都是由 JavaScript 所驱动的。在 Web 的世界里，只有 JavaScript 能够跨平台、跨浏览器驱动网页，与用户进行交互。JavaScript 很

容易上手，但其精髓却不为大多数开发人员所熟知，编写高质量的 JavaScript 代码更是难上加难。

JavaScript 中，于 1995 年由 Netscape 公司的 Brendan Eich 的 Netscape Navigator 首次从设计和实施，并命名为 JavaScript 的，但它采用的语法不同于 Java，在语义上更接近与 Self 和 Scheme。为了要获得技术优势，微软推出了 Jscript，它 JavaScript 一样可在浏览器上运行。为了统一规范，1997 年（欧洲计算机制造商协会）协调 ECMA，由网景，微软和 Borland 公司组成工作组确定统一的标准：ECMA-262。因为 JavaScript 与 ECMA 标准兼容，也被称为 ECMAScript。

JavaScript 是基于和事件驱动的（事件驱动）的对象（对象），并具有安全性能的脚本语言，它是从 Netscape 的 LiveScript 发展而来的。其目的是与 HTML，Java 语言中使用在一起，开发客户端应用程序和服务器端进行交互。它弥补了 HTML 语言的缺点，使得网页实现了实时，动态，可交互的能力^[12]。

它有以下几种特点：

（1） 嵌入式的脚本语言

JavaScript 是使用<script></script>标签嵌入在 HTML 中的，只有当 HTML 在浏览器中被打开时，JavaScript 代码才会被执行，它是对 HTML 的一种扩展。当编写的脚本特别复杂时，也可以作为单独的文件存在，被 HTML 文档调用时执行。

如：<script language = “JavaScript” type = “text/JavaScript” src = “jsfile.js”></script>

（2） 跨平台性的脚本语言

JavaScript 的执行是依赖于浏览器的，无论电脑本身的操作系统是 Linux, Windows 还是 OS X。如果使用的浏览器不支持 JavaScript 的语法规则，那么嵌套在其中的 JavaScript 代码将会被忽略。

（3） 解释性脚本语言

应用程序的执行一般有编译和解释两种方式。编译是指将程序的源代码解释成可以执行的二进制文件，例如 .exe 文件，C++ 和 Java 等编程语言都是如此。而 JavaScript 代码并不会被编译成二进制代码文件，而是会作为 HTML 文件的一部分进行执行。

（4） 弱类型脚本语言

JavaScript 是一种弱类型的脚本语言，与其他强类型编程语言 Java、C++ 等所有变量在使用之前必须进行声明并且确定其数据类型不同，JavaScript 使用变量时无需提前做声明，而是在使用或者赋值的时候才能确定其数据类型。

（5） 基于对象的脚本语言

Java、C++ 等编程语言是面向对象（Object-Oriented）的语言，而 JavaScript 则是基于对象（Object-Based）的编程语言，因为它并没有提供抽象、继承、重载等有关面向对象语言的一些功能。

不同于服务器端的脚本语言，如 PHP，Java 等，JavaScript 主要被作为客户端脚本语言在浏览器上进行执行，仅需要浏览器提供支持，无需服务器的支持。所以早期程序员比较青睐于使用 JavaScript 来减少服务器的负载。之后，随着服务器的健壮，程序员更喜欢运行服务端脚本以确保安全，但是 JavaScript 仍然以其容易上手、跨平台等优势大行其道。另外，有些特殊功能，如 Canvas 的 API，AJAX 请求等必须依赖 JavaScript 在客户端进行支持。随着 JavaScript 解析引擎，如谷歌 V8 引擎和 JavaScript 运行环境的发展，使得 JavaScript 也可以进行服务器端编程，出现了 Node.js。Node.js 使用了事件驱动和非阻塞的 I/O 模型，使其非常的轻量 and 高效，非常适合在分布式设备上运行数据密集型的实时应

用。

JavaScript 是一种脚本语言，客户端在收到钱不需要对它的源代码进行编译，可以直接发送给浏览器的文本格式的字符，再由浏览器解释运行。因此存在一定的安全性问题。解决的方法是使用 `try {} catch {}` 捕获异常。

JavaScript 主要由以下三部分组成：

- (1) 核心是 ECMAScript，它描述了 JavaScript 语言的语法和基本对象。ECMAScript 是一种由 Ecma 国际通过 ECMA-262 标准化的脚本程序设计语言。
- (2) 文档对象模型 (DOM)，它描述了一些对 HTML 文档进行操作的方法和接口。通过这些方法可以用来获取和设置文档中标签的属性，例如可以获取表单元素 `input` 的 `value` 值等。
- (3) 浏览器对象模型 (BOM)，它描述了通过 JavaScript 与浏览器进行交互的方法和接口。通过这些方法可以设置浏览器的属性和行为，例如获取屏幕分辨率、新建窗口、获取浏览器的版本号等。

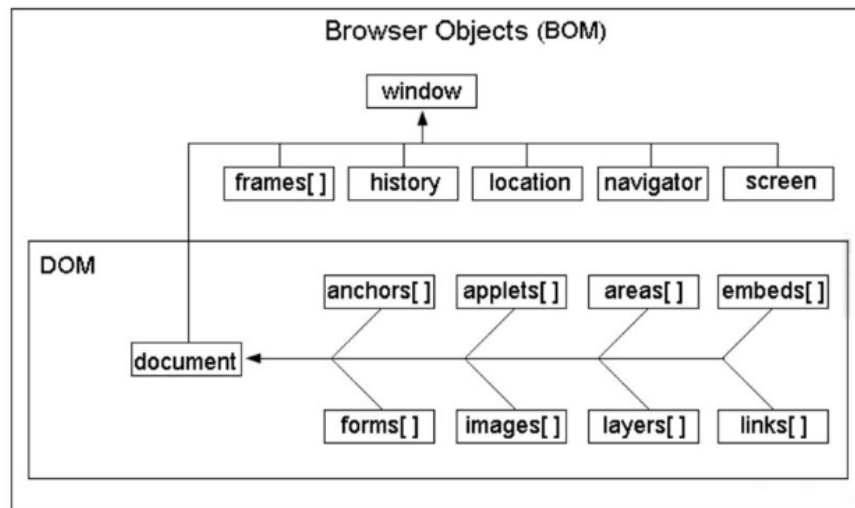


图 3.2 BOM 结构图

3.3 本章小结

本章介绍了常见的几种应用程序体系架构：单机架构，工作站/服务器架构，客户机/服务器架构，浏览器/服务器架构，阐述了选择本系统采用基于 Web 的浏览器/服务器架构的优势，另外介绍了关于 Web 应用程序的常识，和搭建 Web 网页所需要的基础知识储备，包括整站结构和网页开发“三剑客”——HTML，CSS 和 JavaScript 的介绍。

第四章 系统实现与编码

4.1 项目需求

开发一个基于 Web 的污染物水质模型计算系统的应用程序。

实现功能：

- (1) 通过对水质模型的解析，对其相关过程完成精确、迅速的计算工作。
- (2) 典型案例的分析和计算。
- (3) 相关化学物质致癌危险度的计算。
- (4) 提供一些导向其他环境与毒理学相关的网站超链接。

基于上述实现的功能，将该计算系统分为四个模块：案例分析，提供典型案例的分析和计算；模型分析，根据对各类水质模型的分析 and 总结，通过用户输入的数据得出相应的计算结果；附表，给出一些常用的表格，已备用户查询；友情链接，给出一些有用或者常用的环境网站或者毒理学相关网站供用户进行浏览。

4.2 系统架构和界面

4.2.1 系统架构

本系统包括两层架构，即展现层和业务逻辑层，其中将业务逻辑层至于客户端浏览器，主要考虑到如下两点原因：(1) 可行性。JavaScript 编程语言是基于对象的，足以在客户端实现业务逻辑。(2) 必要性。在客户端进行计算可以充分的利用客户端的本地资源。

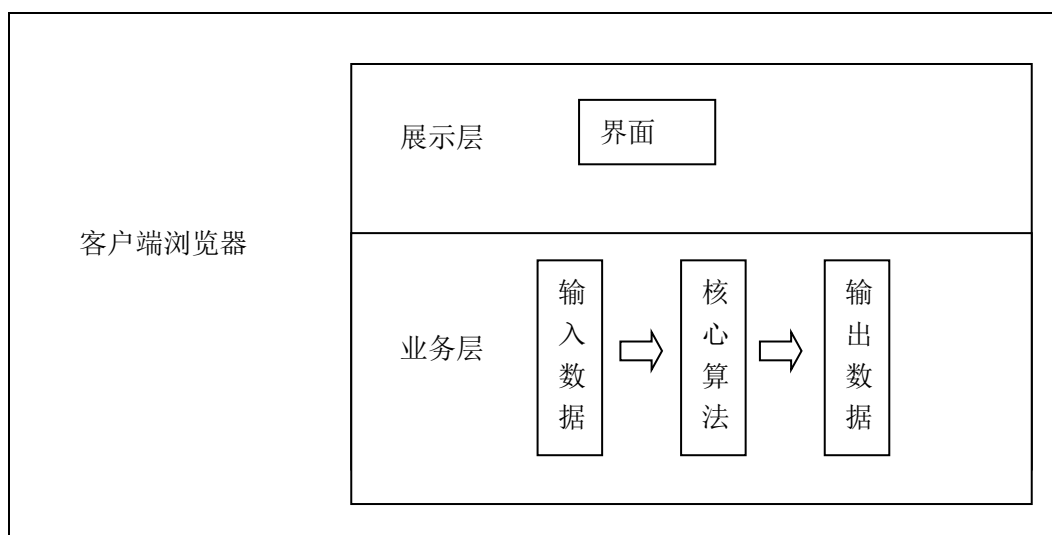


图 4.1 系统架构图

各个页面之间通过超链接联系在一起，可以快速的跳转到其他的页面。

4.2.2 界面设计

对于系统用户界面设计有以下原则：

- (1) 将界面置于用户的控制之下。其目的是为了满足用户的需求，以完成任务，同时让用户快速的了解界面内容和功能，并能够正常使用。
- (2) 减少用户的记忆负担。核心是界面简单和设计逻辑清晰。
- (3) 界面风格要统一。

初步规划系统采用同一种风格和色系，体现简约的风格，整体页面基色选择绿色，由于色彩的明暗变化，使其显得并不单调。同时系统采用流式布局，使得该计算系统无论的小屏幕电脑和大屏幕电脑上都可以实现全屏展示。将系统页面进行分区，分为头部，内容部分和底部三大部分。其中内容部分又分为侧边栏和主体内容区域。



图 4.2 界面分区图

4.2.3 DIV+CSS 布局

界面分区完成之后就可以按照分区制作页面的各个部分，通过 HTML 搭建出网页上需要表现的内容结构并且利用 CSS 来控制页面元素。布局方式采用 DIV+CSS 进行页面的布局，它实现了结构和表现的分离，这也是 CSS 布局的特色所在。

网页布局主要包含两种：一种是使用<div>元素的网页布局，另一种是使用<table>的网页布局。传统的 table 布局主要利用了 HTML 的 table 元素具有的零边框特性，table 布局的核心是：设计一个能满足所有版式要求的表格结构，将内容装入每个单元格中面间距及空格使用透明的 gif 图片实现，最终的结构是一个结构复杂的表格，不利于设计和修改。而 DIV+CSS 是 Web 设计的标准，相比传统的 table 表格布局，它有如下优点：

- (1) 页面的代码更加的精简，更新方便，能兼容更多的浏览器。
- (2) 可以提高访问速度，提高用户体验。
- (3) DIV+CSS 在结构上更加的清晰，很容易被搜索引擎搜索到，有利于 SEO（搜索引擎优化），降低网页的大小。

DIV+CSS 布局的核心则是理解 CSS 的盒子模型。传统的表格排版是通过大小不一的表格和表格之间的嵌套来定位排版网页的内容，使用 CSS 排版则是定义大小不一的盒子和盒子之间的嵌套来对网页进行排版。HTML 文档中的每一个元素都可以看成是一个盒子，它由边界（margin）、边框（border）、填充（padding）、内容（content）四个部分组成，每个 CSS 的盒子模型都具备这些属性。

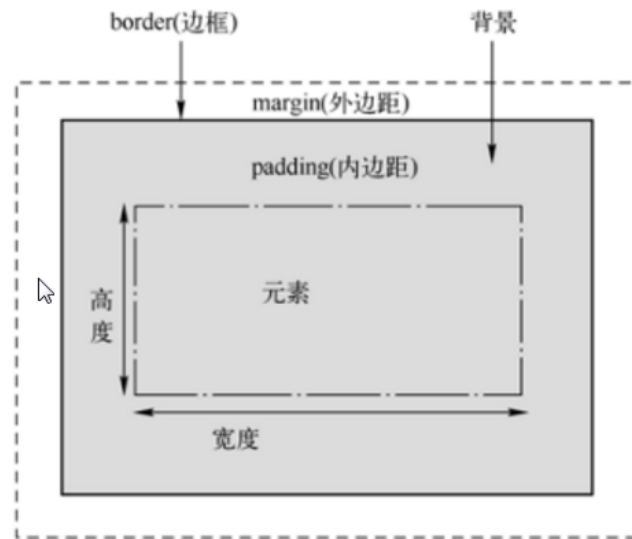


图 4.3 盒子模型示意图

布局模型是建立在盒模型的基础之上的。CSS 包含三种基本的布局模型：流动模型（Flow），浮动模型（Float）和层模型（Layer）。流动是默认的网页布局模式，也就是说在默认状态下网页中的元素都是根据流动模型进行分布的，流动布局的两个典型特征是：①块状元素都会在所处的包含元素之内自上而下的按顺序垂直延伸分布。②在流动模型下，所有的内联元素会在所处的包含元素内从左到右水平分布显示。浮动模型则是指在设置元素浮动之后则可以使两个块状元素并排显示。层模型则类似于 Photoshop 中的图层编辑功能一样，每个图层都能精确定位操作，CSS 通过 position 属性支持层布局模型，包括三种形式：①绝对定位（position:absolute）②相对定位（position:relative）③固定定位（position:fixed）。

4.3 开发工具和类库

4.3.1 Sublime Text

本系统的主要编码工作都是在 Sublime Text 编辑器上开发完成的。

Sublime Text 是一个代码编辑器，被誉为“前端开发神器”，它面向无语义的纯文本，不涉及领域逻辑，体积小速度快，非常适合编写单独的配置文件和动态脚本语言。同时支持多种编程语言语法高亮和自动补全的功能，还可以将常用的代码片段保存起来，在需要的时候随时进行调用。它还拥有良好的扩展能力和完全开放的用户自定义配置，支持多行选择和多行编辑，多重选择功能允许在页面中同时存在多个光标。另外它可以在 Linux、OSX 和 Windows 等任意操作系统下使用，减少了重复学习的成本，和 Vim 有异曲同工之妙。

该编辑器比较有特色的是支持多种布局和代码缩略图，可以使开发者知晓文件的整体面貌。另外它还拥有强大的插件管理功能，在安装了 Package Control 之后可以方便的管理其他软件，目前已经有超过 1300 个“packages”可以扩展它的功能，通过安装自己领域的插件可以成倍的提高工作效率，我常用的插件有 Emmet、SidebarEnhancement、ColorHighlight 等。

Sublime Text 相比其他编辑器的优点如下：

- （1）它是主流前端开发编辑器；
- （2）体积较小，运行速度非常快；

- (3) 文本编辑功能强大;
- (4) 支持编译功能且可以在控制台看到输出;
- (5) 内部自带 python 解释器, 可以支持插件开发, 达到可扩展的目的;
- (6) 强大的 Package Control: sublime text 支持的大量插件可通过其进行方便的管理。

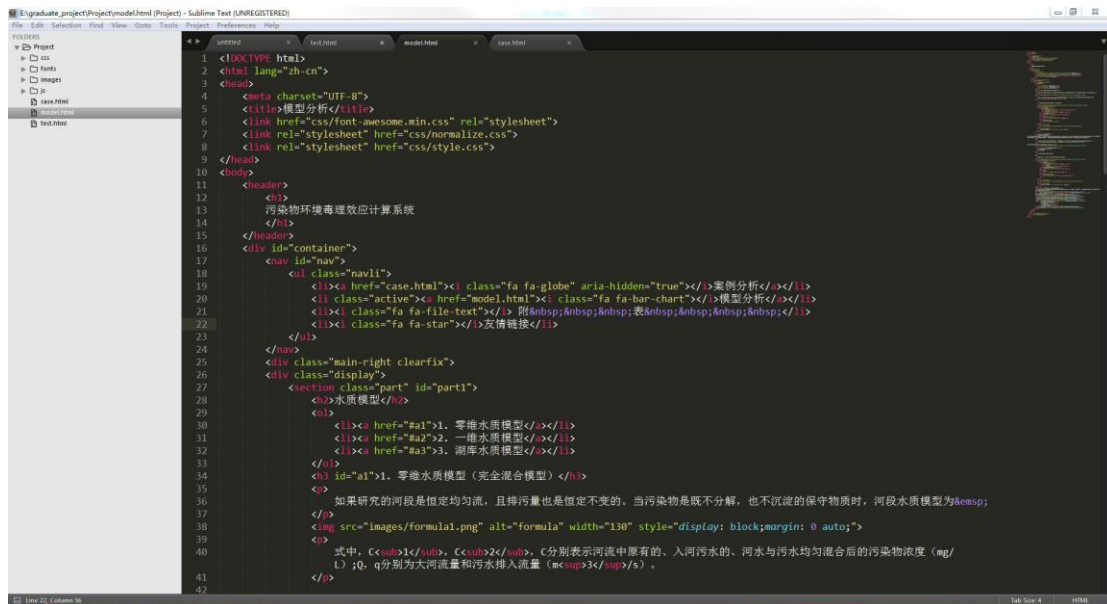


图 4.4 Sublime Text 开发界面

4.3.2 Photoshop

设计页面首先是构思, 构思好之后, 一般还需要用 Photoshop 或者 FireWorks 等图像制作软件制作网页整体效果的图片。在开发系统时, 我选择了使用 Photoshop 作为图片制作的软件。在系统设计的过程中, 我使用 Photoshop 完成了典型案例图片的制作以及系统 logo 的制作等。

Photoshop 因其强大的图片处理功能在网页的制作中也发挥着巨大的作用, 常见的应用有网站 Logo 图标的制作, 网页顶部图片的制作, 网页背景图片的制作, 网页中按钮的制作, 网页中动画的制作等, 通过这些应用可以设计简单的 Web 页面。

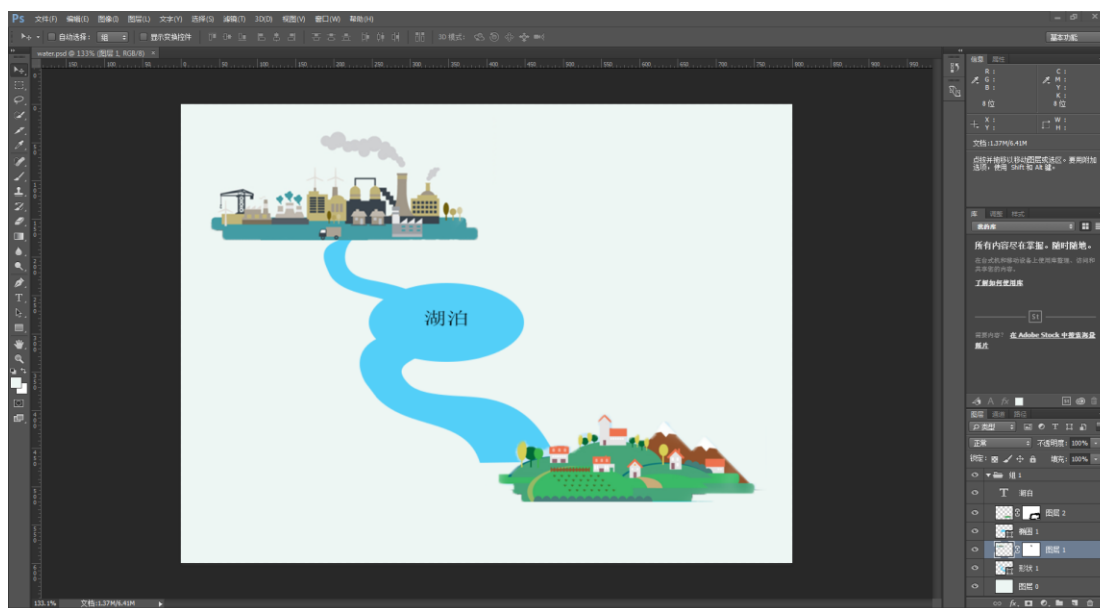


图 4.5 Photoshop 制作界面

4.3.3 Font Awesome

Font Awesome 是一套专门为 Twitter Bootstrap 设计的图标字体库。这套字体集几乎囊括了网页中可能用到的所有图标，除了包含 Twitter Bootstrap 的默认图标外，还有社交收集图标、Web 应用用法图标和编辑器图标等等，可以免费用于各种项目。随着 Bootstrap 的流行而逐渐被人所认识，现在 Font Awesome 不仅仅可以在 Bootstrap 项目中使用，还可以应用在各种 web 前端开发项目中。相对于传统的使用背景图片作为图标，字体图标主要是支持自适应、可以使用字体的各种特性（比如变色、变大变小、字体阴影等）、减少数据加载、样式更容易定义等。

Font Awesome 的主要特性有以下几点：

- (1) 无限的可拓展性：可伸缩的矢量图形意味着每一个图标在任何大小时看起来都很棒。
- (2) 自由免费：可以将它应用到你的项目之中。
- (3) 不需要使用 JavaScript：加载时更快。
- (4) 完美的视网膜显示：使用了矢量字体，意味着他们可以完美的显示在高分辨率的显示器中。
- (5) 桌面友好：可以便捷的查看字体的样式列表。
- (6) 兼容屏幕阅读器。

Font Awesome 使用方法：

- (1) 下载 Font Awesome 的 CSS 文件和字体文件压缩包。
- (2) 解压文件，将 font-awesome.css 放入项目中。
- (3) 在需要应用的 html 文档中引入样式表文件，如下：
`<link href="css/font-awesome.css" rel="stylesheet" />`

4.3.4 jQuery

随着 JavaScript 的不断发展，互联网上各种新技术的普及，JavaScript 的类库和框架

也层出不穷，例如 Vue.js、Angular、React、jQuery 等^[13]。在这些 JavaScript 框架中，jQuery 一直使用的十分广泛，，在世界前 10000 个访问最多的网站中，有超过 55% 的网站在使用 jQuery。jQuery 是由美国人 John Resing 于 2006 年创建的，其设计的目标在于增强 JavaScript 的功能、简化 JavaScript 代码和 Ajax 编程，实现了它的核心理念 Write less, do more。它是一个轻量级的 JavaScript 库，能够兼容 CSS3 和各种浏览器。另外它是一个非常优秀的 JavaScript 框架，它能够简介方便的处理各种 DOM 操作，事件处理操作，实现动画效果，方便地为网站提供 AJAX 交互等。

jQuery 中 “\$” 选择器可以用于在网页上面访问任何对象，功能非常强大。使用 “\$” 可以完成以下工作：

- (1) 属性选择，过滤选择，位置选择，包括了选择和访问冲突的解决。
- (2) 遍历元素，可以通过设置元素的属性，完成 CSS 动态切换。
- (3) 可以获取元素，并进行相关的 DOM 操作。
- (4) 可以对元素绑定事件，移除事件等。

例如，在项目中使用了 jQuery 获取了用户输入框中的数据，并进行了相关计算。

```
$("#cal-water0").click(function(){  
    var q1 = parseFloat($("#water0 .q1").val());  
    .....  
    $("#water0 .c").html(c.toFixed(4));  
});
```

4.4 部分源码分析

4.4.1 页面主体 HTML 结构

以下为主体部分的 HTML 解析，下划线文字为注释内容

```
<!DOCTYPE html>    声明文档类型为 html5  
<html lang="zh-cn">    设置 HTML 语言为中文  
<head>  
    <meta charset="UTF-8">    设置页面字符集为 UTF-8  
    <title>案例分析</title>    页面标题  
    <link href="css/font-awesome.min.css" rel="stylesheet">    引入 font-awesome 字体图  
标  
    <link rel="stylesheet" href="css/normalize.css">    引入初始化样式表文件  
    <link rel="stylesheet" href="css/style.css">    引入布局样式表文件  
  
</head>  
<body>  
    <header>  
        <h1>    设置标题  
        污染物环境毒理效应计算系统  
        </h1>  
    </header>  
    <div id="container">  
        <nav id="nav">    左侧导航栏和各个页面的超链接  
        <ul class="navli">
```



```
html,body {
    width: 100%;
    height: 100%;
}
body {
    background-color: #002940; //设置背景色
    font-family: "Microsoft YaHei"; //设置字体
    color: #01bcc2;
    font-size: 14px;
    letter-spacing: 0.5px; //设置字符间距
}
.clearfix:after {    //用于清除浮动
    content: " ";
    display: block;
    visibility: none;
    clear: both;
    height: 0;
}
header {    //设置头部样式
    width: 100%;    //宽度采用百分比设置，实现流式布局
    height: 60px;    //设置头部高度
    line-height: 60px;    //设置头部行高，使文字垂直居中
    background-color: #effbf9;    //设置背景色
    border-bottom: 3px solid #01bcc2;
```

```
float: left;
}
header h1 {
  margin: 0;
  font-size: 1.5em;  //设置字体大小
  font-weight: 600;
  letter-spacing: 2px;  //设置文字间距
  padding-left: 100px;
  background: url(../images/logo1.png) 45px 10px no-repeat;  //设置头部 logo
  background-size: 40px 40px;  //设置 logo 图标大小
}
.part input[type="text"]{  //设置 input 标签的样式
  margin: 5px;
  height: 15px;
  width: 60px;
}
.button {  //设置按钮样式
  outline: none;
  border: none;
  display: inline-block;
  background-color: rgba(24,150,90,0.6);  //背景颜色设置
  padding: 4px 15px;  //盒子模型内边距设置
  border-radius: 5px;
  margin: 10px 20px;
  cursor: pointer;  // 设置鼠标样式，移上去为小手状
}
.button:hover {  //通过伪类设置鼠标移上去的样式
  background-color: rgba(24,150,90,0.9);
}
```

4. 4. 3 算法实现 JS 代码

```
$("#cal-model").click(function(){  //为计算按钮绑定点击事件

  var q2 = parseFloat($("#model .q2").val()); //获取用户输入
  var c2 = parseFloat($("#model .c2").val());
  var q1 = parseFloat($("#model .q1").val());
  var c1 = parseFloat($("#model .c1").val());
  var q = parseFloat($("#model .q").val());
  var v = parseFloat($("#model .v").val());

  if(!c1||!c1||!q1||!q2||!q||!v){
    alert("请输入有效数据！");
    return;
  }
}
```

```
var c3 = (q1*c1+q2*c2)/(q1+q2);
var t = v*(1000000000)/q/86400;
var r = (q1+q2)/q;
var cday = r*c3 -(r*c3 - c1)*Math.pow(Math.E,-1/t);
var cmonth = r*c3 -(r*c3 - c1)*Math.pow(Math.E,-30/t);
var cc = r*c3;
$("#for-model .c3").html(c3.toFixed(4)); //输出并保留 4 位小数
$("#for-model .t").html(t.toFixed(4));
$("#for-model .r").html(r.toFixed(4));
$("#for-model .c-day").html(cday.toFixed(4));
$("#for-model .c-month").html(cmonth.toFixed(4));
$("#for-model .c").html(cc.toFixed(4));
});
```

4.5 测试和成果

经过测试之后发现，页面内各链接之间可以正常进行跳转，水质模型的计算结果准确符合预期。最终系统界面如下所示。



图 4.6 案例分析页面

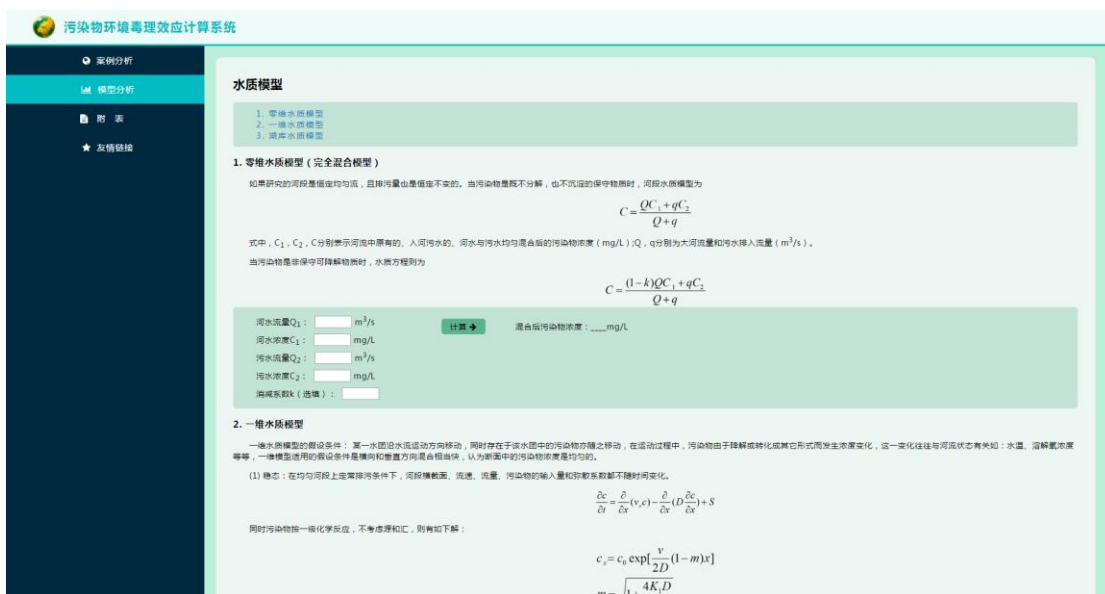


图 4.7 模型分析页面

4.6 本章小结

本章完整的阐述了项目的开发流程，从前期的项目需求分析，系统架构确定，界面设计，界面布局到后期具体编码实现，系统完成测试等。并介绍了开发过程中用到的工具和类库，包括 Sublime Text 文本编辑器，Photoshop 图片处理工具，font-awesome 字体库，jQuery 框架等。最后对水质模型系统的 HTML，样式表源码，核心算法的 jQuery 实现的部分源码进行了解析，并展示了最终成果。

第五章 结论

5.1 结语

经过整理水质模型的各种方法，更加清晰了相关计算的流程，经过分析选择了开发基于 web 的水质模型计算系统。利用了使水质模型计算过程更加方便的富互联网技术，创建了新型的水质模型计算系统。创新的把环境毒理学相关的一些计算运行到 Web 上，并且进行了大胆的实现。最终完成了水质模型算法的代码编写，成功的将系统建设成功。

通过本次的毕业设计，我在老师的指导下和前辈的指点下独立完成了整个计算系统的需求分析、设计和实现，实现了预期的结果。在系统页面的开发过程中，主要运用了 HTML、DIV+CSS、JavaScript 等网站前端开发技术。在此过程中我系统的掌握了一些网站前端设计和技术相关知识，拓展了自己的知识面。

5.2 展望和感想

由于时间关系以及个人能力的原因，这个系统最终实现的计算过程还是比较简单的，还有很多值得改进的地方，可以添加更多的模块，实现更加复杂的计算。但是也证明了 Web2.0 技术、RIA 技术在环境行业的应用并不仅限于此，与新兴的计算机技术相结合仍然是环境行业的发展方向。

参考文献

- [1] 中国情报网. 我国水污染现状分析[J/OL].[2014-02-12]. <http://www.askci.com/news/2014-02/12/1217511436016.shtml>
- [2] 路越. 计算机技术在环境保护中的应用[J]. 数字技术与应用, 2015, 12: 121.
- [3] 全飞. Web2.0 技术及其网络应用[J]. 信息通信, 2013(2): 141-143.
- [4] 申哲民. 环境毒理学. 上海交通大学出版社, 2014: 54-69.
- [5] 王振. 水环境毒理学综述[J]. 2013 中国环境科学学会学术年会论文集 (第七卷), 2013.
- [6] 杨风娥. 我国刑法增设水污染罪立法研究[D]. 浙江农林大学, 2010.
- [7] 申婧. 地下水中石油烃的人体暴露和健康风险评价[D]. 华北电力大学(北京), 华北电力大学, 2013.
- [8] 王英英, 魏世强. 致癌物质的健康风险评价方法与评述[J]. 微量元素与健康研究, 2006, 23(5): 53-55.
- [9] 姚鲁宁. 动态网页揭秘——浅谈 Web 应用程序及其实现技术[J]. 电脑技术, 2002(3): 60-61.
- [10] 尹明. 基于 UML 的图书馆管理系统的设计与开发[D]. 南京理工大学, 2013.
- [11] 唐永芬. DIV+CSS 网页布局教程[M]. 清华大学出版社, 2013: 31-33.
- [12] 史晓燕, 苏萍. 网页制作基础[M]. 清华大学出版社, 2012: 137-138.
- [13] 胡安明. jQuery 在《网页设计》课程中的运用[J]. 计算机光盘软件与应用, 2011(10): 234-234.
- [14] 泽卡斯. JavaScript 高级程序设计(第 3 版)[M]. 人民邮电出版社, 2012.
- [15] 翁骁炜. 基于 Web 的空调负荷计算系统的构建[D]. 复旦大学, 2009.
- [16] 崔侠, 范常忠, 孙群, 何江华. 计算机技术在环境保护信息系统中的应用[J]. 生态环境, 2003, 03: 327-330.
- [17] Goudet J. FSTAT (version 1.2): a computer program to calculate F-statistics[J]. Journal of heredity, 1995, 86(6): 485-486

谢辞

经过几个月的查阅资料、整理材料、编写代码，写作论文，终于顺利的完成了毕业设计。通过这次毕业设计，我对环境毒理学的计算过程有了更加深刻的理解，同时学习到了网页制作相关知识，锻炼了自己的学习能力，分析问题和解决问题的能力。我要衷心的感谢申哲民老师能让我进行如此有趣创新的项目，并且在我的毕业设计过程中给予我的帮助，从而使我能够顺利地完此次的毕业设计。另外也要感谢亲爱的同学们以及实习单位小伙伴给予我的支持与帮助。

WEB-BASED POLLUTANTS IN WATER QUALITY MODEL COMPUTING SYSTEM

In recent years, the current situation of China's water resources has worsened, water pollution incidents have occurred always, residents pay more attention to their living environment and health, but there is a lack of systematic analysis software and computing systems.

Water pollution can be caused by fertilizer and pesticide from rural enterprises. The pollution of the waterbody exerted a great disadvantageous effect to the ecosystem. This is why that water pollution came to the foreground in recent years. In the first two chapters, this paper describes the sources of pollutants in water environment, introduces the transfer and transformation of pollutants in water, the water quality model in detail such as zero-dimensional water quality model, one-dimension water quality model and so on. The water quality model is a powerful tool for water environment quality assessment and quality planning.

Water is a very precious and limited natural resource. The total reserves of water on Earth is 13.86 billion cubic meters, of which only 0.9 percent of fresh water. Due to the need of social life and production, human society will take a lot of water for use, the water will eventually be released into the natural world as domestic waste water or production sewage. In the process of the water cycle, if not well-coordinated relationship between economic development and environmental protection, it is likely to cause water pollution, caused serious economic losses to human society, endanger the ecological balance and even make mankind in danger of deteriorating living conditions.

Water quality control, governance and prediction are all need to be quantitative data to find the water discharge and water quality change between the quantitative laws, so the need for mathematical modeling of water quality and its changes. Water quality mathematical simulation is refers to the interaction between the water pollution in the physical, chemical, biological, and other complex phenomena and processes and the impact of various factors is properly simplified, simulation, used to quantitatively describe the pollutants in water with time and space migration and transformation rules of algebraic process expression, at the same time to keep the mathematics model of the nature of the water pollution. The water quality mathematical model establishes the quantitative relationship between the quality and quantity of pollutants, which provides a more reliable basis for the evaluation of water quality. Therefore, it is a powerful tool for water environmental quality assessment and quality planning.

According to the different nature of the study, water quality model can be divided into rivers, lakes and groundwater and other mathematical models. In addition, the water quality model is divided into three kinds, which are zero dimension, one dimension and two dimension, according to the characteristics of the water quality model.

People are exposed to an overwhelming number of chemical contaminants every day in our air, water and foods, and they would like to know whether these factors will do harm to health.

Safely evaluation of chemical substances is particularly important for that chemicals in the environment will harm the human body under certain conditions. In recent years, some scholars use health risk method assess environmental chemicals, and achieved good results, it provides a reliable scientific basis for government and relevant departments. In this project, there is a calculation of the cancer risks.

The Internet has become part of everyday life. The web evolves quickly, the advantage of combining with Internet becomes more and more obvious. An application is a computer program that is used to accomplish an item or a number of specific tasks. It runs in user mode, and can interact directly with the user. Web applications generally use the B/S mode, they are the same as those programs developed standard programming language like C, C++. Their uniqueness is that they are based on Web, rather than the traditional method of operation, it is the browser / server frame structure product. Web application is an application that can be accessed through the Internet.

A website in the browser is a collection of web pages, the site's source code including all the documents related to the construction of the site, the code contains HTML, CSS and JavaScript or maybe some backend programming language such as PHP, Java.

HTML (HyperText Markup Language) is made up of a set of tags, each of which has its own meaning and scope of application. The HTML element is the cornerstone of building a web site that allows you to embed images and objects, and can be used to create interactive forms. Standard HTML provides a limited set of widgets: an input box, a button, and a hyperlink. HTML and JavaScript have made information more intuitive to a human. Cascading style sheet, which is a markup style design language used to enhance the control of web page styles and allow the separation of style information and web content. A site should make use of CSS layout and presentation.

JavaScript is the world's most popular scripting language, because on the computer, mobile phone, tablet all the browser pages and HTML5 based mobile phone App, are all driven by the interaction of JavaScript. In the world of Web, only JavaScript can cross platform, cross browser to drive web pages, and interact with the user. JavaScript is very easy to get started, but for most developers write JavaScript code of high quality is even more difficult. JavaScript is an object based and event driven scripting language, which is developed by the LiveScript.

Ajax, however, is just a fancy acronym for the combination of JavaScript and XML. Ajax programming has given Web application developers greater power and flexibility than traditional Web development methods. The core of Ajax is the object name XMLHttpRequest, with this object, the JavaScript code can trade data with a Web server, without reloading the page.

The project needs is to develop a web-based application for calculating water quality model.

Based on the function of the implementation, the computing system is divided into four modules: case analysis, provides a typical case analysis and calculation; model analysis, according to the corresponding results obtained by user input data and summarizing the analysis for various types of water quality model; schedule to some of the commonly used form, have been prepared by the user query; links, give some useful or common environmental sites or toxicology related sites for users to browse.

Each element of an HTML document can be viewed as a box, which is composed of margin, border, padding, and content, each CSS box model have these properties. Layout model is built

on the basis of box model. CSS contains three basic layout models: the flow model , the floating model and the layer model.

The main coding work of the system is completed with the Sublime Text editor. Sublime text is a code editor, which is hailed as the "front-end development artifact, it faces no semantics of plain text that does not involve the domain logic, small volume and high speed, very suitable for writing a separate configuration file and dynamic script language.

After designing a page, the general need is to use Photoshop or FireWorks or other image production software to produce the overall picture of the page. In the development of this system, I chose to use the Photoshop . In the process of system design, I have used Photoshop to complete the typical case picture production and system logo production, etc...Font Awesome gives you scalable vector icons that can instantly be customized — size, color, drop shadow, and anything that can be done with the power of CSS. jQuery is a fast, small, and feature-rich JavaScript library. It makes things like HTML document traversal and manipulation, event handling, animation, and Ajax much simpler with an easy-to-use API that works across a multitude of browsers. With a combination of versatility and extensibility, jQuery has changed the way that millions of people write JavaScript.

Finally,I have covered the main components of the design,and we can experiment with the finished project.I use Chrome to browser to the page locally and just click the links to check whether the application works. After the test I found that the links within the page is ok,and the calculation results of the water quality model is accurate with expectations.

After finishing the various methods of water quality model,I'm more clearly about the correlation calculation process, and have developed a web-based computing system. Using the Internet technology to make the water quality model more convenient to calculate the water quality model. Innovative environmental toxicology related to some calculations to run on the Web, and a bold implementation. Finally complete the water quality model algorithm coding, and develop the system successfully.

Due to time constraints and personal capacity, the system ultimately calculation is quite simple, there are many worthy of improvement, you can add additional modules to achieve a more complex calculations. But also it proved that Web2.0 technology, RIA technology in the environmental sector is not limited to this, and emerging computer technology to combine still is the development direction of the industry environment.