

清华大学毕业设计论文

摘 要

本论文以北京市污水处理厂合理布局规划这一课题为背景,研究和构建了基于 Geodatabase 的北京市污水处理厂辅助规划的数据库系统,并在实际工作中进行了应用。

本数据库系统采用 ESRI 公司提出的第三代空间数据库数据模型——Geodatabase,以 ArcInfo 作为 Geodatabase 数据库系统的应用平台,充分利用 ESRI ArcInfo 平台的空间分析功能和关系数据库的属性查询功能辅助污水处理厂规划。

利用 ArcInfo 平台,在对数据库进行需求分析的基础上,对数据库进行原型概念化设计、逻辑结构设计和物理结构设计,之后对原始资料进行初始化,并导入 Geodatabase 完成数据库的初步设计。

该系统作为污水处理厂辅助规划的平台,可以辅助划分排水流域、确定污水处理厂服务区及规模、污水管道铺设、中水系统管道铺设、中水回用规模确定、方案经济分析、方案表达等功能。在系统运行过程中,数据库结构和内容不断得以更新。

在北京市污水处理厂合理布局规划这一项目中,本数据库系统得以充分的应用,在自动化程度和精确度方面,已经被证明优于传统的城市工程规划平台——CAD,可以说不失为一种城市工程规划的新型解决方案。

关键字: 地理数据库; 地理信息系统; 北京市; 污水处理厂布局规划

清华大学毕业设计论文

Abstract

In the project of “Beijing wastewater plants layout plan”, the geodatabase system to aid the planning was developed and utilized.

The geodatabase system adopts the 3rd generation spatial database data model—Geodatabase developed by ESRI Corp., and employs ArcInfo 8 as the application platform. Both the spatial analysis function of ArcInfo and the query function of relation database are sufficiently utilized in the system.

The design of the geodatabase system involved several steps: the requirement analysis, the prototype design, the logic structure design, the physical structure design, the original data processing and the data import into Geodatabase.

As the assistant platform of wastewater plants layout plan, the system has the function of partitioning water drainage, defining service region and deciding the capability of wastewater plants, laying the wastewater and reclaimed water pipes, calculating the amount of graywater reusing, computing cost of different scenarios, displaying different scenarios, .etc. The structure and content of the geodatabase is regulated all through the utilizing period of the system.

In the project, the system of geodatabase is utilized sufficiently. It is proved to be more automatic and accurate than that of CAD data model, the traditional urban engineering plan platform. It is believed that such system would be a new means to solve the urban engineering plan issues.

Keywords: Geodatabase; GIS; Beijing city; Wastewater Plant Layout Plan

清华大学毕业设计论文

目 录

1	背景.....	1
1.1	论文背景	1
1.2	研究目的和意义	1
1.3	论文内容	2
1.4	技术路线	2
2	国内外研究综述.....	4
2.1	国内研究现状	5
2.2	国外研究现状	6
3	Geodatabase 技术简介	8
3.1	理论介绍	8
3.2	技术特征	10
3.2.1	Geodatabase 的优点	10
3.2.2	Geodatabase 的缺点	11
3.2.3	三种数据模型对比	11
3.3	Geodatabase 的建立方法	13
4	地理数据库系统构建.....	15
4.1	需求分析	16
4.1.1	资料需求分析	16
4.1.2	数据库的功能需求	17
4.1.3	平台及数据模型的选择	17
4.1.4	系统软硬件配置	18
4.2	系统设计	18

清华大学毕业设计论文

4.2.1	原型概念化设计	19
4.2.2	逻辑结构设计	20
4.2.3	物理结构设计	24
4.3	资料预处理	26
4.3.1	原始资料	26
4.3.2	数据格式标准化	27
4.3.3	定义空间参考	28
4.4	Geodatabase 的建立	28
4.4.1	模式设计	28
4.4.2	模式建立	29
4.4.3	关系定义	31
4.4.4	加载数据	31
4.5	系统运行与维护	32
4.5.1	系统运行	32
4.5.2	系统维护	32
5	系统功能	33
5.1	基础图层	34
5.1.1	排水子系统	34
5.1.2	市区街坊图	34
5.2	污水系统辅助规划	35
5.2.1	污水处理厂选址	35
5.2.2	污水厂服务区确定	35
5.2.3	污水处理厂规模确定	36
5.2.4	污水干管铺设	36

清华大学毕业设计论文

5.2.5	污水提升泵站设置	37
5.2.6	污水系统经济分析	37
5.3	中水系统规划	38
5.3.1	中水用户及回用量确定	38
5.3.2	中水厂规模确定	38
5.3.3	中水管道铺设	39
5.3.4	中水提升泵站设置	39
5.3.5	中水系统经济分析	39
5.4	方案表达	40
5.4.1	污水系统规划	40
5.4.2	中水系统规划	40
结论与建议		41
结 论		41
一、GIS 数据模型分析		41
二、Geodatabase 应用分析		41
三、系统开发成果		43
建 议		43
参考文献		44
附 表		45
附 图		53
致谢		57
个人简历		58
英文综述		59

清华大学毕业设计论文

附表目录

附表 1 边界图层 BOUNT.....	45
附表 2 面状水系图层 Water_poly.....	45
附表 3 线状水系图层 Water_line.....	46
附表 4 等高线图层 Contour	46
附表 5 街道图层 Street	46
附表 6 铁路图层 Railway	47
附表 7 道路图层 Road.....	47
附表 8 管道规划方案图层 WW_PIPE_LYnum（注）	47
附表 9 污水排放口图层 WW_DISCHARGE_POINT	48
附表 10 污水提升泵站图层 WW_PIPE_STATION	48
附表 11 管道服务区图层 WW_REGION.....	49
附表 12 污水处理厂图层 WW_PLANT.....	49
附表 13 中水提升泵站图层 GW_PIPE_STATION	50
附表 14 街坊单元中水属性表 P_GW_BLOCK.....	50
附表 15 面状水系属性表 P_RIVER	51
附表 16 污水处理厂属性表 P_WW_PLANT.....	52

清华大学毕业设计论文

附图目录

附图 1 北京市污水入河口系统图.....	53
附图 2 北京市排水系统综合图.....	54
附图 3 北京市中水系统管道规划图.....	54
附图 4 北京市污水处理厂原有规划方案服务区系统图.....	55
附图 5 清河流域规划方案 1.....	55
附图 6 通惠河 - 凉水河流域 1.....	56
附图 7 中水用户分布图.....	56

清华大学毕业设计论文

1 背景

1.1 论文背景

为了迎接 2008 年奥运会，北京市承诺，到 2008 年全市的污水处理率要达到 90%以上，而现今北京市污水处理率还不到 45%，建设污水处理厂和完善污水系统是当前紧迫的任务。

北京市最近一次污水系统规划方案是 1992 年制订的，距今已有 10 年。近年来，由于北京市工业结构调整、水价上涨、节水和污水回用等因素的影响，供水量和污水量的增长趋势有所缓和，其中工业用水量还出现较大幅度的下降；此外，近年来，污水回用越来越受到重视，污水处理厂的建设资金也从单一的政府投入向投资主体多元化发展，这些因素都会对污水系统产生深远的影响。

因此，有必要对原先的规划方案重新评估和修订。受北京市规委委托，与北京市城市规划院合作，清华大学环境科学与工程系将针对北京市污水处理的合理布局及规模进行研究。

北京市城市规划设计院原有的规划平台为 CAD，鉴于传统的规划平台在自动化计算和空间分析方面具有明显的不足^[1]，因此采用美国 ESRI 公司的 ArcInfo 这一 GIS 专业软件作为污水系统规划的基础平台，以 Geodatabase 作为地理数据模型进行北京市污水处理厂合理布局的研究。

1.2 研究目的和意义

1. 目的：

- 核算北京市污水处理厂原有规划方案；
- 辅助确定北京市污水处理厂新的规划方案（包括污水处理系统与中水回用系统）。

2. 意义和必要性：

- 充分应用 ArcInfo 平台的空间分析功能和 Geodatabase 的关系数据库查询功能；

清华大学毕业设计论文

- 提高规划的自动化水平，节约人力资源，提高规划成果的准确度；
- 监控城市污水系统发展状况，及时调整、制定污水系统发展战略；
- 尝试应用 Geodatabase 数据模型来辅助城市工程规划，提出解决城市工程辅助规划问题的一种新思路。

1.3 论文内容

- 了解国内外污水处理厂布局规划与发展趋势
- 了解国内外 GIS 在城市工程规划中的研究现状
- 对建立数据库所需资料进行标准化处理
- 对数据库系统进行需求分析，建立 Geodatabase 的体系结构
- 利用该系统提出污水处理系统规划方案
- 利用该系统进行污水系统规划方案的分析
- 利用该系统进行中水系统规划方案的分析
- 对污水系统规划方案和中水系统规划方案进行表达

1.4 技术路线

本数据库系统建立与应用的技术路线如图 1-1 所示。在对 GIS 技术在污水处理厂规划中应用的资料进行调研和需求分析的基础上，设计该数据库系统的体系结构。然后对获得的原始资料进行预处理，统一导入 Geodatabase，以建立基于 Geodatabase 的数据库系统，初步完成数据库系统的设计和实现。之后利用该数据库系统辅助提出规划方案，并利用该系统进行方案分析，最后利用这个系统进行规划方案的表达。

清华大学毕业设计论文

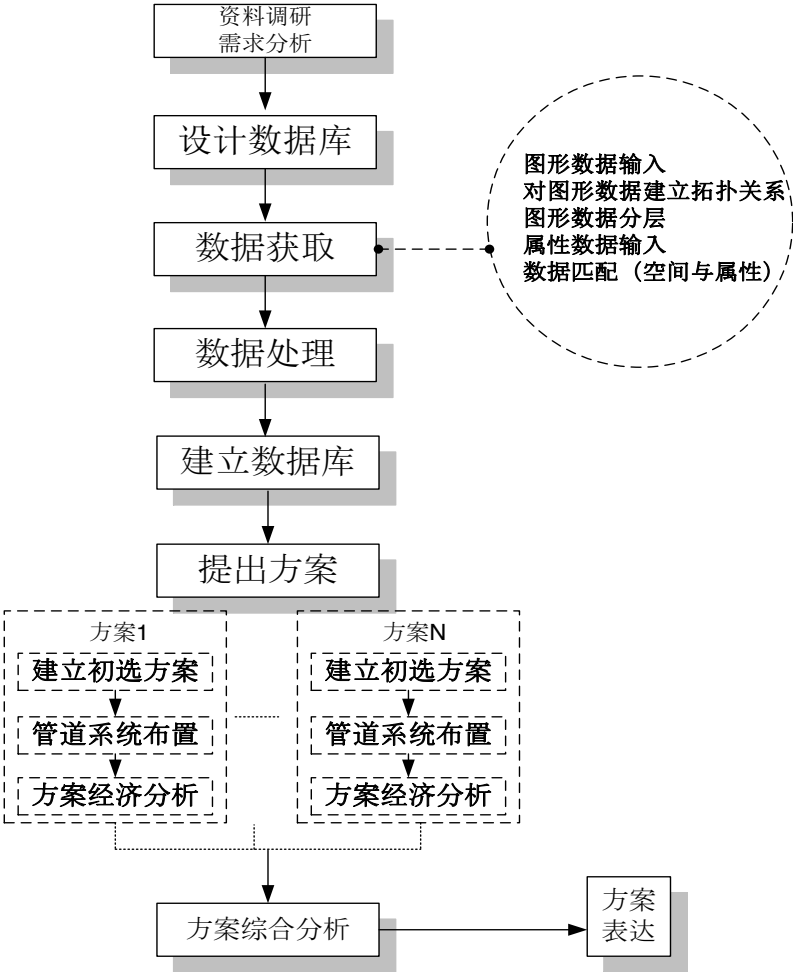


图 1-1 技术路线框图

2 国内外研究综述

城市污水处理厂规划是一个涉及面较广的研究课题，而规划方案的选择，往往直接影响到污水处理厂投资、运行及养护的经济性，以及城市环境保护、污水和污泥资源利用、占地等诸多方面的因素。随着水资源紧缺呼声的不断提高，国内各大城市污水处理厂选地一般还要考虑到便于处理厂出水的回用。

传统的污水处理厂规划是在 CAD 平台上进行，CAD 图附带属性数据库，但这种附带的属性数据库不能作空间分析，只能作方案的简单表达。而 60 年代后期发展起来的基于 GIS 的数据库，不仅可以作污水处理厂规划方案的表达，还可以辅助生成规划方案并对各个方案进行经济等方面的分析。

地理信息系统（GIS）是以地理空间数据库为基础，在计算机软硬件的支持下，对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示，并采用地理模型的分析方法，适时提供多种空间和动态的地理信息，为地理研究和地理决策服务而建立起来的计算机信息系统。



图 2-1 GIS 系统基本组成

地理信息系统具有如下功能：

- 1) 数据采集与输入
- 2) 图形和属性数据编辑
- 3) 数据存储与管理
- 4) 空间查询与空间分析

清华大学毕业设计论文

5) 数据输出与表达

目前, GIS 技术已广泛应用到包括资源管理、自动制图、设施管理、城市和区域的规划、人口和商业管理、交通运输、石油和天然气、教育、军事等九大类别的一百多个领域。特别是在一些发达国家, 地理信息系统的应用遍及环境保护、资源保护、灾害预测、投资评价、城市规划建设、政府管理等众多领域。近年来, 随着我国经济建设的迅速发展, 加速了地理信息系统应用的进程, 在城市规划管理、交通运输、测绘、环保、农业、制图等领域发挥了重要的作用, 取得了良好的经济效益和社会效益。^[2]

利用 GIS 的空间分析功能, 构建基于 GIS 的数据库系统, 不仅可以提高工作效率, 也可以解决 CAD 平台在辅助规划方面的不足。在该数据库系统上, 可以生成多个方案, 并对方案的经济指标进行计算比较, 有利于更科学合理的选择规划方案。而且可以对规划中用到的各种参数进行调节, 即时计算, 得到结果。

基于 GIS 的数据库系统比常规的关系数据库系统更加复杂, 从数据类型来看, 既具有拓扑关系的空间数据, 又具有包括广义数据源生成数据在内的属性数据, 空间数据与属性数据利用统一的 ID 来建立关联, 空间数据和属性数据既相互独立又紧密相关。一般的关系数据库的主要功能是查询、统计, 与其相比, 基于 GIS 的数据库的查询检索功能同时涉及属性数据和空间数据, 其数据处理方法更具有多样性。

利用基于 GIS 的数据库系统可以进行强大的空间分析的功能, 并且可以把社会、经济、人口等属性信息与地表空间位置相连, 以组成完整的规划信息数据库, 方便查询、管理、分析、调用和显示; 同时 GIS 也提供了许多地理空间分析功能, 如图层叠加、缓冲区、最佳路线、自动配准等。GIS 可应用在城市工程规划领域的各个方面, 从设计到管理, 从前期资料收集整理到成果出土, 从小范围的详细规划到大的区域规划, 从综合性的总体规划到专业性的专项规划。

2.1 国内研究现状

国内目前在城市规划, 特别是城市排水工程规划中, 许多分析计算都是手工进行的, 如: 排水流域的划分、污水量的估算、主干管的布置和相关水力学计算、污水厂选址等。这种工作方式不仅效率较低, 而且不可能生成很多方案进行分析计算, 所以容易遗漏一些较优的方案。另外, 这种方法无法很好的自动或半自动解决一些难点问题, 如: 确定排水干管的位置、管径, 给出排水干管、控制点坐标和标高。

清华大学毕业设计论文

在城市规划中，目前 GIS 辅助规划系统尚处在建设阶段。现有的系统其目标多为对基础数据的管理，没有发挥 GIS 在空间分析上的强大功能，也没有涉及对规划方案进行分析优选。比如，北京东方鸿业科贸有限公司开发的城市规划管理信息系统（HYMGS）中，GIS 主要用于数据管理、资料查询和简单的统计分析^[18]。上海环境地理信息系统（SEGIS）则是将环境、经济、人口、资源等有关信息与空间实体相结合，实现查询、双向检索、图形叠加等信息系统的功能，而统计分析功能考虑很少^[3]。

在地理数据模型应用方面，大部分 GIS 应用系统仍是基于 Shapefile 或 Coverage 数据模型，随着 Geodatabase 的引入，部分新开发的系统也开始采用 Geodatabase 这种数据模型。如水利部主持开发的水利行业防灾减灾决策支持系统平台引入 Geodatabase 这种数据模型，采用先进的计算机网络技术、数据库技术、地理信息系统和信息可视化技术，建立适用于多媒体的 GIS 和 RS 一体化管理、面向空间层次体系的数据结构以及便于不断更新发展的开放式系统结构，提供功能完善的信息查询和决策支持。

沈阳市煤气总公司设计的沈阳市煤气管网地理信息系统方案采用 ESRI 公司的网络平台 ARCSDE、MapObjects，利用 Geodatabase 数据模型开发。该系统是采用先进的计算机网络、通信技术、地理信息技术，建立在强大的网络系统平台上，支持大型数据库系统。在这个网络信息系统平台上，可以实现燃气管网的规划设计、输配管理、图档管理、抢修辅助决策、燃气用户管理及综合查询、统计等功能，各管网相关部门可以实现在各自部门同时查阅管网信息，以提高管网信息利用的效率。该系统建设分两期进行，一期工程主要完成数据的采集、管理、更新、查询、分析等主要功能，二期主要完成系统网络工程的建设。

2.2 国外研究现状

城市规划本身需要收集、处理、分析、展示大量的与规划区域地表相关的信息，自从 80 年代以来的推广使用，GIS 也越来越多地应用到城市工程规划领域，目前也逐渐渗透到城市工程规划领域，特别在最近 10 年，在国外取得了很大的发展。GIS 的数据管理、空间分析和图形显示等功能在城市环境管理、城市规划中都有比较成功的应用^[4]。如 Batty（1992）在澳大利亚墨尔本应用传统的城市居住区选址模型与 GIS 结合来实现居住区的选择；Arentze、Borgers 和 Timmermans（1996）把 GIS 运用到空间决策支持系统（SDSS）的建设中以提高决策的辅助能力；JonesCopas 和 Edmonds（1997）综合用户交互管理信息系统、客户支持系统、WWW 技术及传统 GIS，提供分布式 GIS 环境，使远程分布式协作规划成为可能。

清华大学毕业设计论文

城市用地规划是城市规划的一个重要内容。加利福尼亚大学的 Robert A. Johnston 和 Tomas de la Barra 将城市模型 (TRANUS) 和 GIS 系统整合, 利用模型 TRANUS 分析和预测城市的用地情况, 然后将结果在 GIS 系统中表达, 并利用 GIS 的查询分析功能进一步辅助城市规划和决策^[5]。

在国外地理数据模型应用方面, Geodatabase 正逐步取代原有的 Coverage 和 Shapefile 数据模型。美国的 ESRI 公司开发了一系列应用于城市给排水设施、电力电信、环境设施、水利、生物多样性等管理模型, 其数据模型就是基于 Geodatabase。这类设施管理模型充分利用 Geodatabase 可定制、易于管理的优点, 提供给用户近乎完善的应用平台和充分的模型扩展空间。

值得一提的是专门用于给水和废水管网设施管理的 FM (Facility Management) 模型^[6] (ArcGIS Water Utilities Data Model)。这个模型中包含了给水、污水、雨水工程中的各种设备和管网的描述, 以及它们之间的关系。用户可以向模型中添加自身管网系统的数据也可以对模型应用 UML 进行扩展; 可以分析现有网络的容量和需要改进的地方; 可以管理许多日常的维护操作如漏水检查、管道修理等。

如果把现有的城市排水系统通过数字化导入到这个模型中, 并且在实际工作中不断对其中的空间数据和相应的属性数据修改、更新, 可以对城市的排水系统进行有效的管理, 也可以为城市规划提供基础数据和资料。同时, 规划的数据也可以添加到模型中, 进行网络分析, 及早发现规划中的不足。

3 Geodatabase 技术简介

3.1 理论介绍

Geodatabase（地理数据库）是美国 ESRI 公司在 ArcInfo 8 中推出的一种新型的面向对象的数据库，是继 CAD 数据模型和 Coverage 数据模型之后的第三代地理数据模型。它采用面向对象技术将现实世界抽象为若干对象类组成的数据模型，每个对象类有各自的属性、行为、规则，对象类之间又有一定的联系。用户可以在已有的空间数据模型之上，建立符合自己需求的扩展模型，具有可扩展能力^[7]。

Geodatabase 相对于 Coverage 数据模型在支持复杂网络（Complex Network）、支持要素类之间的关系（Relationship）、支持面向对象（Object Oriented）的要素等方面进行了扩展。

Geodatabase 可以对地理要素类和地理要素类之间的关系、地理要素类集合网络、要素属性表对象、注释类（Annotation Class）、标注类（Dimension Class）等进行有效的管理，并支持对地理数据库要素类、关系以及几何网络进行建立、删除、修改等操作。

Geodatabase 数据模型提供了大量的实体对象模型（如小溪、公路、建筑物、道路），让用户摆脱经过抽象的点、线、面模型，更接近于人类对地理空间世界的认识。

Geodatabase 支持的要素数据集包括要素数据集（Feature datasets）、栅格数据集（Raster datasets）、三角网数据集（TIN datasets）与位置数据集（Locators）。ArcInfo desktop 通过地理数据库数据访问对象（Geodatabase Data Access Objects）可直接访问 ArcInfo Coverage、ArcView Shapefile、CAD drawing 等文件格式。同时，ArcInfo 提供 Coverage、Shapefile、CAD drawing、Raster 文件、TIN 文件到 Geodatabase 的转换。

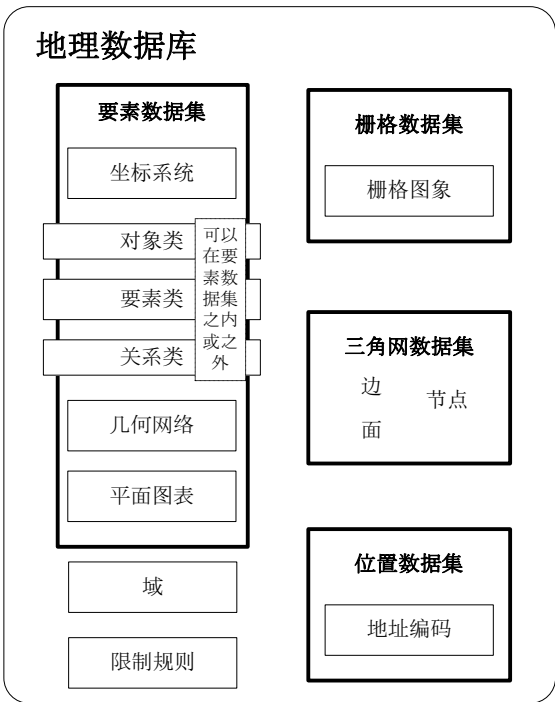


图 3-1 Geodatabase 支持的要素数据集

Geodatabase 有两种，即个人与多用户 Geodatabase，下面分别简要对它们进行介绍^[8]：

1. 个人 Geodatabase

个人 Geodatabase 支持内置于 ArcInfo 系统并提供对本地数据的访问，适用于面向项目的 GIS，在 Microsoft Access 数据库平台上实现，提供生成和更新 Access 数据库的服务，可处理小型或适中的 Access 数据库。个人 Geodatabase 直接面向个人或小型工作组，除了版本管理功能外，具有通过 ArcSDE 提供服务的所有功能。因为安装 ArcInfo 时 Microsoft Jet 也被安装，所以不需要单独安装 Microsoft Access。

2. 多用户 GEODATABASE

多用户的 Geodatabase 是通过 ArcSDE（空间数据库引擎）实现的。ArcSDE 可以生成和访问从小型到大型的 Geodatabase 并提供关系型数据的开放界面。ArcSDE 支持版本管理，可以远程访问地理数据，允许多用户查看和编辑相同的地理数据。ArcSDE 安装在数据服务器上，管理关系型数据库。通过 TCP/IP 网络，ArcSDE 为个人计算机的 ArcInfo 应用提供 Geodatabase 服务。因此，GIS 数据可

清华大学毕业设计论文

在大型数据库中实行集中管理并与其他数据很好集成。ArcSDE 可在 Windows NT 和 UNIX 平台上运行,是一种在关系型数据库中使用本地数据类型和操作的技术,并提供完全的 Geodatabase 功能。ArcSDE 可在任何主流关系型数据库平台上操作,开发者可通过 Geodatabase 的数据访问对象与 Geodatabase 交互,通过 CAPI (应用程序接口)或 SQL API 在 ArcInfo 的外部访问 ArcSDE。ArcSDE 为用户定义了数据库系统开放界面,从而使 ArcInfo 能够在不同的数据库如 ORACLE、Infomax、SQL SERVER、DB2 等平台上管理地理信息。

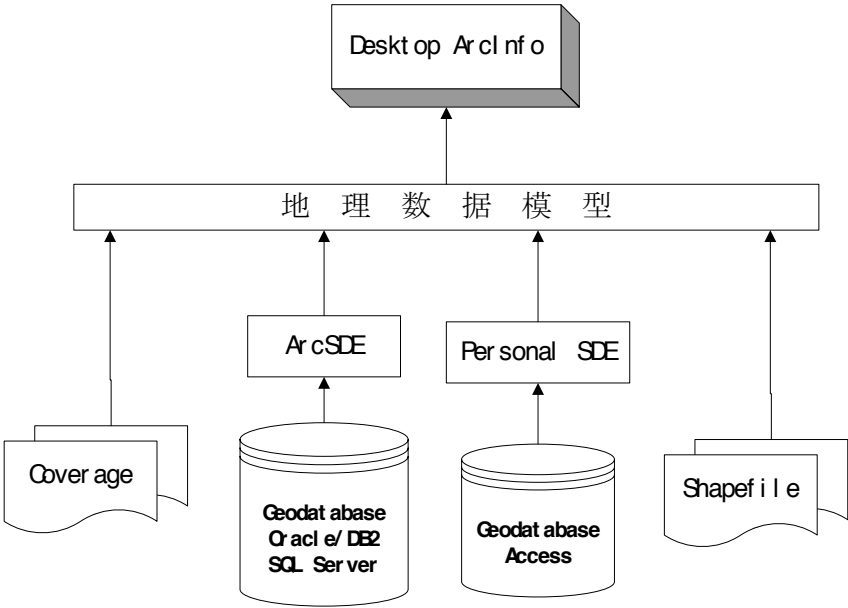


图 3-2 ArcInfo 接入 Geodatabase 的方式

3.2 技术特征

3.2.1 Geodatabase 的优点

Geodatabase 数据模型的优点在于要素能够完全存储在一个数据库中,大型的地理要素类型可以进行无缝存储。Geodatabase 使用地理数据库数据模型,要素在数据库中被存储为相应的记录,使物理数据模型和逻辑数据模型更加接近。Geodatabase 中的数据对象与逻辑数据模型中定义的对象大体一致,同时 Geodatabase 可以不需编写任何代码实现大多数的定制。综上,Geodatabase 的主要优点如下所列^[9]:

清华大学毕业设计论文

1. Geodatabase 是关系数据库技术的扩展，是一种能够存储、管理和更新空间信息的数据库。
2. 数据录入与编辑更精确。通过智能化的校验行为，数据输入与编辑更加准确，错误率较低；
3. 数据对象更加直观，更适合对地物建模。Geodatabase 包含的数据对象是面向用户的，不是一般意义上的点、线、面，而是用户所操作的感兴趣的地物对象如水井、街道、河流等；
4. 要素集是连续的。通过设计，Geodatabase 可以容纳大型要素集，无需空间分割；
5. 提供版本编辑功能。多用户可以同时编辑地理要素，并可协调发生的冲突。

Geodatabase 数据模型的最主要优势在于，它包含的构架使得用户可以容易地创建智能化的要素，使这些要素更加接近地模拟真实世界里的对象的行为和相互作用。

3.2.2 Geodatabase 的缺点

虽然 Geodatabase 数据模型一种全新的数据模型，但是由于空间数据的复杂性及当前技术水平的限制，Geodatabase 数据模型仍有其可不可避免的缺点，主要表现在下几方面^[10]：

- (1) Geodatabase 不涉及时空数据的表达与处理，Geodatabase 只是对静态空间数据的描述，不涉及动态时空数据的描述。
- (2) Geodatabase 在用户请求空间数据时没有突破图层的概念。Geodatabase 数据模型仍以图层作为用户获取数据的主要手段，降低了数据请求的灵活性。
- (3) Geodatabase 数据模型仅是一种逻辑模型，它仅在代码级实现了面向对象。Geodatabase 数据模型仅是一种逻辑模型，它仅在代码级实现了面向对象。
- (4) Geodatabase 中有关面状拓扑的部分尚未实现，相关理论与技术需进一步研究。

3.2.3 三种数据模型对比

表 3-1 简要列出了在支持矢量数据方面 Geodatabase、Coverage 和 Shapefile

清华大学毕业设计论文

这三种数据模型的性能^[1]:

表 3-1 三种数据模型的对比

	Geodatabase	Coverage	Shapefile
数据集合	Geodatabase 是要素数据集、栅格图和 TINs 的集合	ArcInfo Workspace 是 Coverage、Grids 和 TINs 的集合	shapefile 可容于同一个文件夹
	所有空间、拓扑和属性数据都存储于关系数据库中	空间数据存于二进制文件，拓扑关系和属性数据存储于 INFO 文件	空间数据存储于二进制文件，属性数据存储于 dbf 表中，没有拓扑关系数据
	能够容纳跨度连续的地理区域	对于较大数据集，Coverage 分割存储	对于中小型数据集，shapefile 连续存储
	通过规则和为客户特征类编写的代码，要素的行为与要素紧密联接	要素的行为通过 AML 或 VBA 宏与要素松散联接	要素的行为通过 VBA 宏与要素松散联接
要素数据集	包含简单的要素类和拓扑型的要素类	包含由线拓扑和多边形拓扑参与的拓扑要素类	一个 shapefile 有一个简单的要素类
	线拓扑通过几何学网络实现，多边形拓扑通过浮动的拓扑编辑实现	线拓扑由弧段、结点、路径实现，多边形拓扑以弧段、多边形、注记点和区域实现	一组 shapefile 间的多边形拓扑通过浮动的拓扑编辑实现
	多数要素类与拓扑任务相关联	只有一个要素类与拓扑任务相关联	没有固定的拓扑关系
	有明确的坐标系统	有明确的坐标系统	没有明确的坐标系统
	不同要素类之间的关系可以自定义	除了相关要素间的拓扑联系外，不能定义其它关系	要素间没有固定的联合
要素类	要素类存在于关系表，关系表有一个特殊字段保存要素的集合形状信息	集合形状信息保存于二进制文件，属性数据和拓扑数据保存于属性表	集合形状信息保存于二进制文件，属性数据保存于 dbf 表中
	要素类的类型是点、线、面、注记、简单关系、复杂关系	初步的要素类有点、弧段、多边形、结点，还有链、复杂的路径和区域	类型有点、线、多边形
	要素类可扩展为客户定义的元素类	不能扩展	不能扩展

3.3 Geodatabase 的建立方法

地理数据库的建立是一个重要的过程,应该根据项目的需要进行规划和设计。完成了地理数据库的设计,就可以建立数据库和及其模式 (Schema), 装载已经存在的 Shapefile 和 Coverages 数据; 也可以用 ArcCatalog、统一建模语言 (UML) 或计算机辅助软件工程 (CASE) 工具来建立新的地理数据库^[7]。

设计地理数据库时, 必须考虑以下几个问题:

- (1) 在数据库中存储什么数据
- (2) 存储的数据采用什么投影
- (3) 是否需要建立修改数据的规则
- (4) 如何组织对象类和子类型
- (5) 是否需要维护不同类型对象之间的特殊关系
- (6) 数据库中是否需要存储网络
- (7) 数据库中是否需要存储定制对象

借助 ArcInfo 8 的 ArcCatalog, 可以采取三种方法建立新的地理数据库, 选择哪种方法取决于建立地理数据库的数据源, 以及是否存储定制的对象。下面简单概述这三种基本方法^[12]:

- (1) 从头开始建立一个新的地理数据库

有些情况下可能没有任何可装载的数据, 或者已经有的数据只能部分地满足数据库设计, 这时, 可以用 ArcCatalog 来建立新的要素数据集 (Feature Datasets)、表 (Tables)、几何网络 (Geometric Networks) 和其它地理数据库项的模式 (Schema)。

- (2) 移植已经存在的数据到地理数据库

对于已经存在的多种格式的数据: Shapefile、Coverage、INFO Table、dBASE Tables 等, 以及其它系统中的数据格式: ArcStorm、ArcSED 等, 可以通过 ArcCatalog 来转换并输入到地理数据库中, 然后用 ArcCatalog 进一步定义数据库。包括建立几何网络 (Geometric Networks)、子类型 (Subtypes)、属性域 (Attribute Domains) 等。

清华大学毕业设计论文

（3）用 CASE 工具建立地理数据库^[13]

可以用 CASE 工具建立新的定制对象（Custom Objects），或从 UML 图中产生地理数据库模式。面向对象的设计工具可以用于建立对象模型，表示定制对象。基于这些模型，CASE 工具的代码产生向导帮助建立 COM 对象，以实现定制对象的行为，建立和管理定制对象的数据库模式。

在本数据库系统，由于已经在资料预处理阶段把基础资料转换为 Shapefile、Coverage 等格式，所以采用移植已经存在地数据到地理数据库的方式建立 Geodatabase。

地理数据库的具体建立过程如下：

（1）地理数据库模式设计

（2）地理数据库模式建立

（3）地理数据库关系定义

用 ArcCatalog 建立了地理数据库模式后，可以定义数据库中的对象如何相互关联。用 ArcCatalog 可以建立不同对象类中对象之间的关系（Relationship）。

（4）地理数据库数据装载

用上述方法产生了地理数据库模式之后，需要把数据装载到模式中。调用已经存在的 Shapefiles、Coverages、INFO Tables 和 dBase Tables 数据来装载数据库对象。

4 地理数据库系统构建

本数据库系统的构建流程图如图 4-1 所示，主要分为需求分析、系统设计、数据预处理、建立 Geodatabase 和系统运行与维护五个阶段。

在需求分析阶段，主要确定原始资料需求、数据库功能、平台以及数据模型等；在系统设计阶段，主要进行本数据库系统的原型概念化设计、逻辑结构设计和物理结构设计；在资料预处理阶段，主要是对原始资料进行预处理，同时标准化数据格式并定义其空间引用；在建立 Geodatabase 阶段，主要任务是进行地理数据库的模式设计、模式建立、定义关系并加载数据，完成数据库系统的初步设计。在系统运行与维护阶段，根据用户需求不断完善数据库系统，使其更好地辅助污水处理厂的规划。

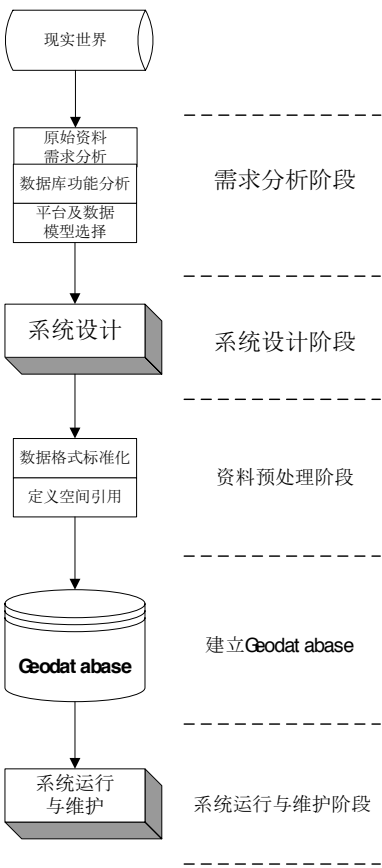


图 4-1 数据库系统构建流程图

清华大学毕业设计论文

4.1 需求分析

为了更好地让数据库系统服务于北京市污水处理厂布局规划，应该在数据库建立之前，对数据库建立需求分析，然后建立数据库体系结构。

4.1.1 资料需求分析

掌握丰富可靠的基础资料是成功有效地建立城市污水处理厂及中水系统辅助规划系统的前提，城市污水处理厂及中水系统规划的基础资料量大面广，应根据规划的内容和要求合理选择。其中一部分资料与城市总体规划和其它专项工程规划有重叠，在进行规划时，可以一并收集。如果有必要，可以考虑进行实地调查，并到提供资料的有关部门如气象、水文、排水公司等部门咨询核查^{[14][15]}。建立城市污水处理厂及中水系统规划的基于 GIS 的数据库，通常需要以下几方面的基础资料：

1. 自然因素资料
 - 气象资料
 - 水文地质资料
 - 工程地质资料
 - 地形资料
2. 城市排水工程现状资料
 - 现状排水体制，排水流域分布，排水设施的规模、分布、形式及运行情况，排水口位置
 - 排水管网的分布、管径、长度等
 - 现状污水量，历年污水量变化
 - 现状污水处理厂位置及规模、处理程度
3. 环境保护资料
 - 现状城市水体污染情况、区域水环境状况、水体功能划分
 - 地方水质与排放的有关标准、规定以及地方环保部门对该地区的环境保护要求
 - 地方中水回用指标
4. 城市建设与规划资料
 - 城市现状人口规模、用地面积、城市布局
 - 城市现状道路、地下管线铺设情况
 - 本地区管材制备和安装情况
 - 本地区经济定额与指标
 - 本地区已建污水处理厂相关费用资料

清华大学毕业设计论文

- 有关城市总体规划的文本、说明书、图纸及有关资料
- 城市道路、铁路、环境保护等专业规划与计划
- 上一级有关给水排水工程的规划、区域（流域）水资源规划、区域（流域）水资源控制规划

4.1.2 数据库的功能需求

结合北京市污水处理厂布局规划的要求，确定该基于 GIS 的辅助规划数据库系统所要实现的功能如下：

- 城市现状排水系统表达
- 辅助污水处理厂选址、规模确定
- 辅助排水流域划分
- 污水厂服务区水量计算
- 辅助中水系统水量计算
- 辅助排水干管布线
- 辅助中水系统管道布线
- 辅助污水提升泵站选址、规模确定
- 辅助中水提升泵站选址、规模确定
- 排水系统规划经济分析
- 中水规划系统经济分析
- 规划方案表达

4.1.3 平台及数据模型的选择

GIS 技术发展至今，已经有了非常成熟的平台，如 MAPINFO、ESRI ArcInfo 等，还有国产的 GEOSTAR 等性能价格比较高的软件。鉴于到我们要实现的北京市污水处理厂及中水系统辅助规划系统要求具有强大的空间分析、空间统计、栅格图象处理等功能，本辅助规划系统采用美国 ESRI 公司的 ArcInfo 8 产品。

ArcInfo 是美国环境系统研究所研制的 GIS 专业软件，是世界上应用最广泛的 GIS 软件之一，是我国 GIS 领域尽人皆知的商业软件。

ArcInfo8 由两部分组成：Workstation ArcInfo 和 Desktop ArcInfo。其中 Workstation ArcInfo 和 Desktop ArcInfo 可以安装在同一个 Windows NT 工作站、服务器或微机上使用^[16]。ArcInfo 8 的结构体系如图 4-2 所示。

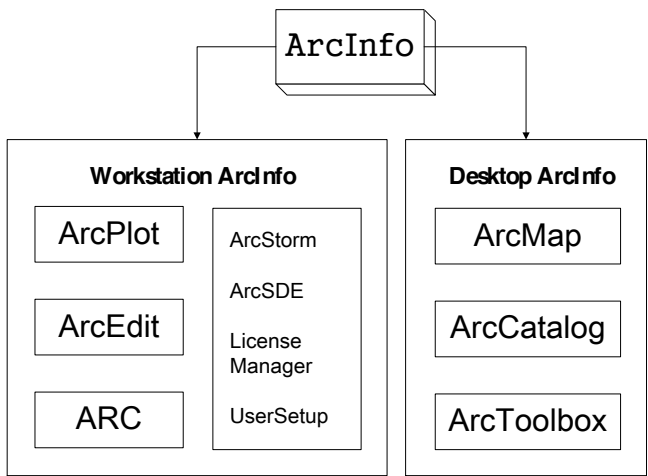


图 4-2 ArcInfo 8 结构体系

ArcInfo 8 采用全新的面向对象的地理数据模型 **Geodatabase**。该模型将空间与属性数据统一存放到关系数据库，而不再像第二代的 **Coverage** 数据模型那样单独保存空间数据于多个被索引的二进制文件里。**Geodatabase** 最大的进步在于引进了面向对象概念，在存储不同性状的要素时定义了要素的行为，以一种更自然的方式模拟现实世界的物体。

4.1.4 系统软硬件配置

硬件配置：

本辅助规划数据库系统硬件系统以奔腾 4 个人电脑为核心，连接相应的外围设备—— A1 数字化仪 1 台，扫描仪 1 台，激光打印机 1 台。

软件配置：

ESRI ArcInfo 8.1

Microsoft Access XP

4.2 系统设计

基于 GIS 的数据库系统设计一般包括三个阶段——原型概念化结构设计、逻辑结构设计和物理结构设计^[17]。在原型概念化结构设计阶段，需要确定数据库的宏观地理定义和数据组织方案；在逻辑结构设计阶段，主要进行数据

表的字段设计；在物理结构设计阶段，主要确定数据库设计后续的数据容量分析、使用分析、完整性分析、挥发性分析、访问频度分析等。

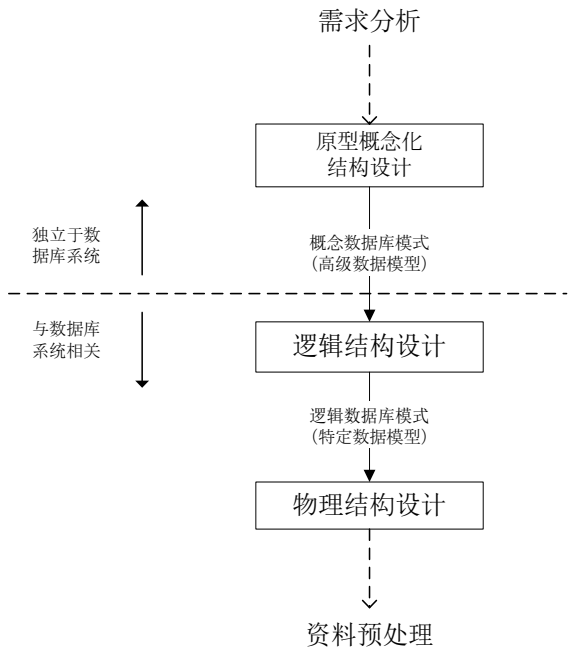


图 4-3 系统设计流程图

4.2.1 原型概念化设计

一、 数据库的宏观地理定义

宏观地理定义通常包括以下三个内容——比例尺、地图投影和坐标系统。对于本数据库系统，地图投影和坐标系统均参照已有的北京市电子地图的投影和坐标系统，比例尺也采用和北京市电子地图的比例尺 1：10000。

二、 数据库数据组织

数据库组织在 GIS 系统中主要体现在数据分层上，数据分层主要考虑以下几点因素：

- 具有同样的特性，即数据有相同的属性信息；
- 比例尺的一致性；

- 该层数据会有同样的使用目的和方式；
- 不同部门的数据通常应该放入不同的层，便于维护；
- 数据库中需要不同级别安全处理的数据；
- 即使是同一类型的数据，有时其属性特征并不相同，所以也应该分层存储。

综合考虑以上因素，本数据库系统图层主要分为四类：基础图层集、污水规划图层集、中水规划图层集和属性表集。具体每个图层集包括的图层请参见图 4-4。

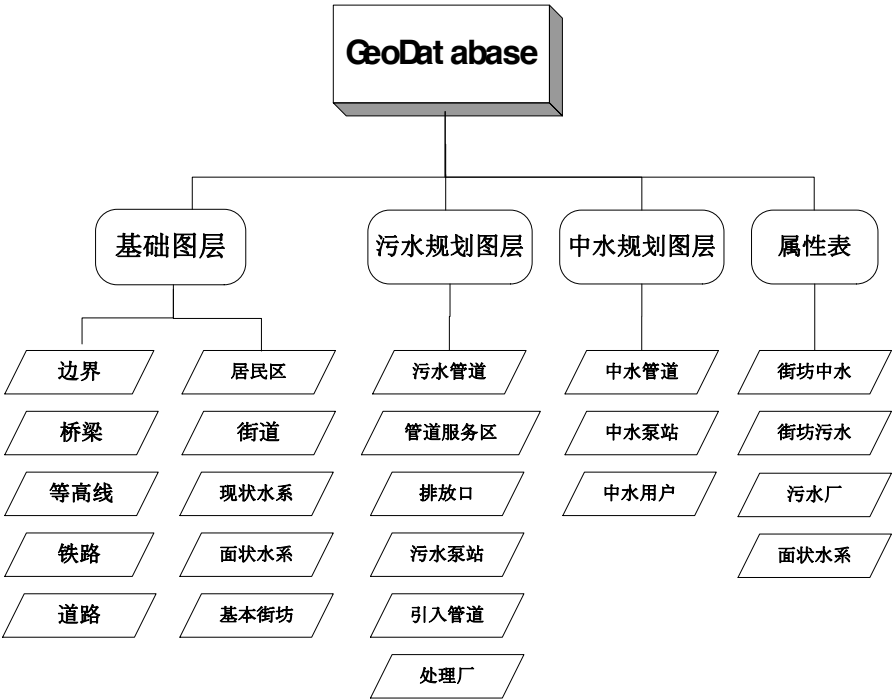


图 4-4 系统结构框图

4.2.2 逻辑结构设计

数据库设计阶段的主要任务是对数据库进行逻辑结构设计。数据库的逻辑结构设计是在概念结构设计的基础上，将与数据库管理系统无关的实体联系图转换成以数据库管理系统的逻辑数据模型表示的逻辑模式。对于本数据库系统，具体的工作就是设计各个图层和属性表的表结构。

清华大学毕业设计论文

一、 基础图层

表 4-1 街坊图层 BLOCK

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	整型	自动编号，索引
AREA	单精度型	街坊单元面积
TEXT	文本	街坊单元编码
RID	整型	街坊所属的管系
REUSED_PLAN	长整型	街坊中水回用对应的污水处理厂
Elevation	双精度型	街坊平均高程
PID1990	整型	1990 年规划方案
PID2002	整型	2002 年规划方案
清河一	整型	清河流域规划方案
通凉一	整型	通惠河、凉水河流域规划方案
通凉二	整型	通惠河、凉水河流域规划方案
通凉三	整型	通惠河、凉水河流域规划方案
通凉四	整型	通惠河、凉水河流域规划方案
凉水一	整型	凉水河流域规划方案
凉水二 1	整型	凉水河流域规划方案
凉水二 2	整型	凉水河流域规划方案
凉水二 3	整型	凉水河流域规划方案
Q	双精度型	街坊污水产生量
流域	整型	街坊所属的流域

清华大学毕业设计论文

回用量统计	双精度型	街坊回用水量
首钢生活区面积	双精度型	如果是首钢街坊，对应其生活区

边界图层 BOUNT、面状水系图层 Water_poly、线状水系图层 Water_line、等高线图层 Contour、街道图层 Street、铁路图层 Railway、道路图层 Road 的字段结构请参见附表。

二、 污水规划图层

表 4-2 污水管道图层 WW_PIPE

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	管道标号
Shape	OLE 对象	空间对象
ID	长整型	管道 ID
Shape_Length	双精度型	管道长度
Depth	双精度型	管道埋深
Slope	双精度型	管道坡度
Material	文本	管材
Exist	整型	规划还是现状
Q	双精度型	管道流量
DN	长整型	管径
Cost	双精度型	费用

管道规划方案图层 WW_PIPE_LYnum、污水排放口图层 WW_DISCHARGE_POINT、污水提升泵站图层 WW_PIPE_STATION、管道服务区图层 WW_REGION、污水处理厂图层 WW_PLANT 的字段结构请参见附表。

清华大学毕业设计论文

三、 中水规划图层

表 4-3 中水规划管道图层 GW_PIPE

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	管道标号
Shape	OLE 对象	空间对象
ID	长整型	管道 ID
Shape_Length	双精度型	管道长度
Depth	双精度型	管道埋深
Material	文本	管材
Q	双精度型	管道流量
DN	长整型	管径
Cost	双精度型	费用

中水提升泵站图层 GW_PIPE_STATION 的字段结构请参见附表。

四、 属性表

表 4-4 街坊单元污水属性表 P_WW_BLOCK

字段名称	字段类型	备注
blockid	文本	街坊单元编码
居住	双精度型	本街坊单元居住用地面积
居住面积	双精度型	本街坊单元居住建筑面积
公建	双精度型	本街坊单元公共建筑用地面积
工业	双精度型	本街坊单元工业用地面积

清华大学毕业设计论文

居住水量	双精度型	本街坊单元居住用地产生水量
公建水量	双精度型	本街坊单元公共建筑用地产生水量
工业水量	双精度型	本街坊单元工业用地产生水量
总水量	双精度型	本街坊单元产生的污水水量

街坊单元中水属性表 P_GW_BLOCK、面状水系属性表 P_RIVER、污水处理厂属性表 P_WW_PLANT 的字段结构请参见附表。

4.2.3 物理结构设计

物理设计主要由两个部分组成：物理设计需求分析和物理设计实现策略。数据库物理设计需求分析是就用户对数据的使用需求及处理作进一步的分析，其中包括数据的容量分析、使用分析、完整性分析、挥发性分析、访问频度分析等，以此决定实现物理模式的策略^[18]。

物理设计提供的主要功能有：

- (1) 提供对数据使用需求和处理需求的进一步分析；
- (2) 提供数据存储结构的选择、簇集选择、文件索引的选择；
- (3) 根据各种分析结构，实现物理模式的策略，并生成初始的物理模式；
- (4) 提供对初始模式的修改与调整；
- (5) 由初始物理模式转换为特定环境下的应用程序。

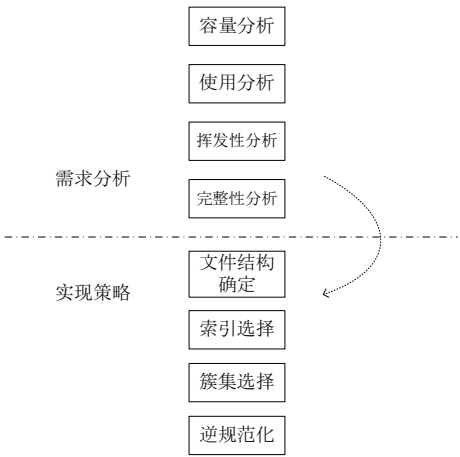


图 4-5 物理结构设计流程

清华大学毕业设计论文

由需求分析的结果，可以确定实现物理模式的一些策略，这些策略包括文件结构的确定、索引选择以及逆规范化处理等。

1. 文件结构的确定

文件结构是数据库物理设计的基本问题之一，对数据库的性能影响很大。文件结构的确定主要是根据所有关系数据库提供的手段，加之用户的应用要求以及数据库的一些特征，合理地选择采用。

关系数据库系统有三种可供选择的存储机制——顺序、哈希、簇集。对于一个文件，采用哪一种存储结构，是与对数据的操作类型以及数据本身的一些特点有关。

2. 索引的选择

索引的选择也是数据库物理设计的重要任务。建立索引的目的有两个，一是加快记录的排序，二是优化查询过程。

虽然建立索引能够提高查询速度，但当对数据库进行增、删、改操作时，为了维护索引要增加开销，同时建立索引不当，也会增加开销。因此是否建立索引要根据实际情况。以下是索引选择时考虑的一些策略：

- (1) 主键属性除了实例数较少的情况除外，一般都要增加索引；
- (2) 应用中经常要用该属性进行查询或经常要用该属性与其他属性进行连接操作的，这样的属性要加索引；
- (3) 属性值很少的属性，不加索引；
- (4) 应用中很少用到的属性，不加索引；
- (5) 查询频度很低的属性，不加索引。

3. 逆规范化

规范化处理仅仅考虑数据库模式的合理性，并不考虑其使用上的一些要求。规范化的结果往往导致数据模式的过分分解。在应用时，不得不进行多个关系的连接，而连接操作的开销是很大的。为了满足一些应用对性能的要求，有时不得不牺牲规范化的原则，对数据模式作一些必要的调整，进行逆规范化处理。

本数据库系统对连接操作的性能要求并不是很高，同时由于硬件系统比较先进，数据集的庞大对查询的速度限制也不是很高，所以不进行逆规范化处理。

4.3 资料预处理

完成数据库的概念化设计、逻辑结构设计和物理结构设计，也就基本上完成了数据库系统的初步设计，下一步的工作就是准备数据并对数据进行预处理、导入 Geodatabase 中。这一部分主要的工作是对不同类型的原始资料进行相应的处理，转换为电子地图和电子表格，然后对这些资料定义空间引用以统一数据格式。

[19]

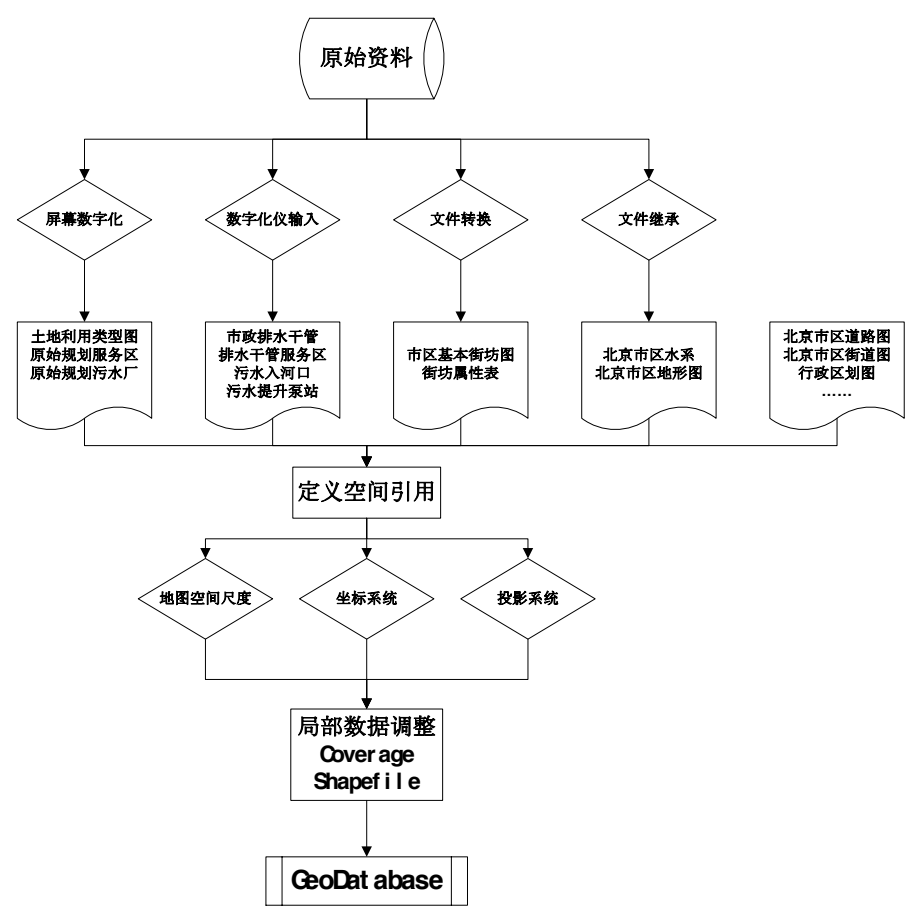


图 4-6 系统实现基本流程框图

4.3.1 原始资料

本辅助规划数据库所需要的原始资料来源主要为北京市城市规划设计院，根据前期制定的资料需求，向规划院提出资料需求清单，随着项目的进行，多次与

清华大学毕业设计论文

规划局交涉获取原始资料。按照原始资料的不同格式，主要分为 GIS 图层、JPG 图片、CAD 文件、EXCEL 文件、纸质地图、纸质文字、书籍等。

4.3.2 数据格式标准化

原始资料介质、形式种类较多，大部分不能直接应用于本数据库系统，需要对这些资料进行预处理，转换成为 GIS 图层和相应的属性表格。图 4-7 数据预处理基本方法是常见的不同原始资料转换为空间数据库的处理方法。

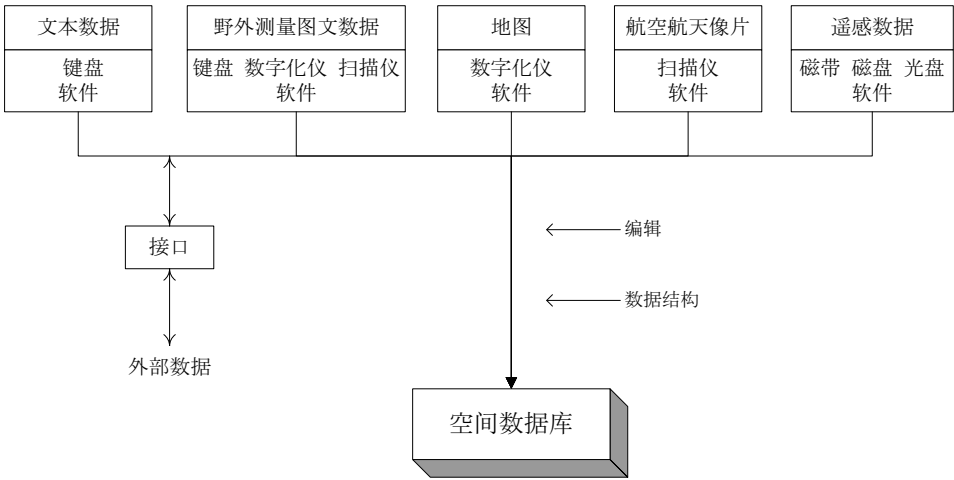


图 4-7 数据预处理基本方法

北京市纸质原有资料主要包括市政排水干管及相应的服务区域、已经建成的城市污水处理厂、污水提升泵站、北京市 1990 年污水处理厂规划系统图和北京市土地类型图、中水系统原有规划管道等，其中北京市 1990 年污水处理厂规划系统图和北京市土地类型图是利用屏幕数字化然后作坐标转换进行标准化的（先将图纸用扫描仪成栅格图像，然后使用相关的专门的矢量化软件，如 R2V 软件等等将这些栅格数据矢量化，再录入系统），而北京市市政排水干管及相应的服务区域、已经建成的城市污水处理厂、污水提升泵站、中水系统管道原有规划是利用数字化仪进行标准化的（将图纸平铺在数字化仪版上，通过手扶游标在地图上移动，由数字化仪自动记录游标位置并转成 x, y 坐标，得到矢量地图）。

另外一部分基础数据如北京市街坊编码图是以 CAD 图的形式提供的，这就需要对 CAD 图进行文件转换，利用 ARCINFO 对这类电子地图进行标准化处理。

清华大学毕业设计论文

4.3.3 定义空间参考

原始资料经过预处理，转换为 Shapefile 和 Coverage 格式，为了统一原始资料于同一个数据库系统，需要对数字化后的图层定义空间引用，包括定义坐标系、图层边界、投影方式等，同时还需要进行坐标配准，使其能反映现实世界不同地物之间的地理关系。对于 Coverage 格式的 GIS 图层，可以通过调整 TIC 点的坐标来进行坐标配准。

4.4 Geodatabase 的建立

原始资料经过资料预处理和定义空间引用，都转为 Shapefile、Coverage 和 INFO 文件类型，为了更好地对数据库进行操作和管理，需要把 GIS 数据库的数据模型由第二代（Shapefile 和 Coverage）向第三代（Geodatabase）转换。本系统采用标准的建立 Geodatabase 的方法：模式设计—>模式建立—>关系定义—>加载数据。

4.4.1 模式设计

模式设计是 Geodatabase 建立过程中的一个关键步骤，直接影响以后几个过程的进行。由于前面已经完成了数据库系统的逻辑结构设计，所以在建立 Geodatabase 时可以参考 Coverage 和 Shapefile 图层的字段设置。Geodatabase 的空间参考也可以参照 Coverage 和 Shapefile 图层。对于 Coverage 和 Shapefile 图层以及属性表，与要素类一一对应，同时为了方便数据库管理，把功能相近、空间参考相同的要素类放在一个要素数据集中进行管理。

在模式设计过程中，还需要考虑如下几点：

- （1）本数据库系统的空间参考全部采用北京市电子地图的空间参考；
- （2）考虑到管道一般都是沿街坊边界铺设，所以为了方便污水管道和管道的添加，本 Geodatabase 系统需要存储 BLOCK 的几何网络；
- （3）对于街坊图层、污水处理厂图层、河流图层，其属性数据和空间数据分置，这就需要建立关系类来关联这些图层的空间数据和属性数据；
- （4）对于街坊图层，还需要建立专门的注释类（Annotation Class）来辅助规划。

清华大学毕业设计论文

4.4.2 模式建立

完成了模式设计，需要进行模式建立，包括定制 Geodatabase 的属性域（Attribute Domains）、子类型（Subtypes）、几何网络（Geometric Network）以及注释类（Annotation Class）等。

（1）属性域

属性域是描述一个字段类型的合法值的规则，用于限制在表、要素类、或子类型的任何具体的属性字段内允许的值。每个要素类或表有一个属性域的集合，这些属性域用于不同的属性和子类型，并且可以在地理数据库的要素类和表之间共享。

有两种不同的属性域——范围域（Range Domains）和代码值域（Coded Value Domains）。每个域有一个名字、一个描述、一个可以应用的属性类型。范围域是数值属性指定值的有效范围，而代码值域给一个属性指定有效的取值集合。

在本数据库系统中，以下几种情况下需要定义数据库字段的属性域

- 管径只有 300、500、600 等几个型号
- 水量大于 0
- 河流水质 3、4、5 三个等级
- 费用大于 0
- 管道坡度大于 0 而小于 0.3、
-

（2）几何网络

几何网络包括边网络要素（Edge Network Feature）和连接网络要素（Junction Network Feature），边（Edge）必须通过连接（Junction）与其他边相连。在逻辑网络中，边要素与网络中的边元素（Edge Element）相关，连接要素与网络中的连接元素（Junction Element）相关⁷。

几何网络是要素数据集中要素类集合之间的拓扑关系，几何网络中的每一个要素有一个角色——边（Edge）或连接（Junction）。建立一个几何网络必须确定哪些要素类参入网络，以及参入要素类扮演什么角色，并需要指定一系列的权重

清华大学毕业设计论文

参数，以及其他一些更高级的参数。

有两种建立几何网络的途径，一是从零开始建立一个全新的几何网络，二是以已经存在的简单要素类为基础建立几何网络。在 ArcCatalog 中，可以从零开始建立一个全新的几何网络，也可以用 ArcMap Editor 或定制的 VB、VBA、或 C++ 代码来添加元素到几何网络中。

本数据库系统建有一个几何网络要素图层 BLOCK_JUNCTION。在 BLOCK 图层的基础上，生成相应的边和连接。利用这个几何网络要素类，可以辅助污水管道和中水管道的铺设。该几何网络要素类如图 4-8 所示。



图 4-8 BLOCK_JUNCTION 几何网络要素类

(3) 注释类

表示地理现象的地理要素除了有几何形状和空间位置外，还有一些描述文本，例如表示城市的要素类具有与其名称相关的文本，通常将这些文本称为注释 (Annotation)。在 ArcInfo 8 地理数据库中，注释被存储为 ESRI 的简单要素类 (Simple Class)，称为注释类 (Annotation Class)^[7]。

类似于地理数据库中的其他要素类，注释类中的所有要素具有地理位置和属性，可以存在于一个要素数据集内部，也可以作为独立的注释类。每一个注释要素有自己的符号，包括字体、大小、颜色等。

清华大学毕业设计论文

本数据库系统对 BLOCK 图层建立了两个要素类，分别对该图层的街坊编码、高程进行注释，以便于辅助提出规划方案过程中对这两个参数的参考。

4.4.3 关系定义

用 ArcCatalog 建立了 Geodatabase 模式后，可以定义 Geodatabase 中的对象是如何关联的。对于第二代地理数据模型 Coverage 和 Shapefile，不同图层建立关联，需要在 ArcMap 中建立关联。而对于 Geodatabase，可以直接在数据库建立的过程中建立关联，不需要在应用中随时建立关联，更方便用户使用。

地理数据库支持两种关系：一是简单关系（又称为对等关系），二是复合关系 [7]。

简单关系（Simple Relationship）是地理数据库中的两个或多个对象之间的关系，对象是相互独立存在的。如果对象 A 和对象 B 之间是简单关系，对象 A 从数据库中被删除后，对象 B 继续存在。简单关系可以有一对一、一对多、多对多的基数（Cardinality）。

地理数据库还支持复合关系（Composite Relationship）。如果两个对象之间存在复合关系，那么一个对象的生命周期控制另一个对象的生命周期，一个对象被删除，消息传送给相关的对象，相关的对象也将被删除。复合关系总是一对多的，但也可以通过关系规则限制到一对一。

本数据库系统定义的关系类如表 4-5 关系类列表所示。

表 4-5 关系类列表

序号	目标要素集	起始表	关系类型	关系类名称
1	water_poly	P_RIVER	简单 1~1	RIVER_HAS_PROPERTY
2	BLOCK	P_GW_BLOCK	简单 1~1	BLOCK_HAS_GW_PROPERTY
3	BLOCK	P_WW_BLOCK	简单 1~1	BLOCK_HAS_WW_PROPERTY
4	WW_PLANT	P_WW_PLANT	简单 1~1	PLANT_HAS_PROPERTY

4.4.4 加载数据

建立 Geodatabase 模式后，需要把数据装载到模式中。利用 ArcCatalog 可以把已经存在的 Shapefiles、Coverages、INFO Tables 和 dBase Tables 数据来装载数据库对象。

4.5 系统运行与维护

4.5.1 系统运行

由于本数据库系统是为北京市污水处理厂合理布局规划提供平台，所以在系统运行期间，由负责规划和计算的同学提出规划和经济计算的要求，由笔者负责提供相应的数据并借助该平台协助布局方案生成，这个过程是数据库结构、内容不断完善的过程，最后利用该数据库系统提供方案经济分析和表达。

4.5.2 系统维护

虽然建立数据库系统是一项复杂而艰巨的工作，但管理和维护一个数据库系统也极为关键，这直接影响到这个系统的可应用性。对于一个辅助规划的数据库系统，它能否起到辅助规划的功能，几乎完全取决于该数据库数据的持续可用性和最新性。辅助规划的数据维护主要包括以下几个方面^[20]：

(1) 数据库的完整性维护。数据库的完整性维护是指防止和拒绝错误数据的存储和操作，保证并维护数据库中数据的正确性，为了提高数据库的完整性，在 Geodatabase 设计的过程中充分考虑到这一点，利用 Geodatabase 特有的 Domain 和 Subtype 功能，设置该数据库系统不同表格的索引字段、字段默认值、字段属性域。

(2) 数据库的安全性维护。数据的安全性维护是指为了防止非法使用数据库，警惕非法用户有目的地盗用数据库或破坏数据库而由系统采取的一系列措施。即合理授予用户使用规定数据的权限，只有权限用户才能使用相应的数据，而非权限用户就不能使用相应的数据。本数据库系统用户通过网络来实现多用户访问和修改数据库。笔者也尝试过应用 ArcSDE 来实现本数据库系统的多用户访问，但由于基于 SQLSERVER 的数据库系统实现查询的用户应用技术台阶较高，所以未得到最终采用。

(3) 数据库的恢复性维护。数据库的恢复性维护是指数据库遭到破坏后，能及时恢复到正常状态。笔者作为数据库管理员高度重视数据库的备份工作，并做好数据库备份的日志，保证数据库系统恢复的可行性和便利性。

(4) 数据库的同步性维护。本系统与一般数据库系统不同之处在于需要多个 DBA 权限的用户访问并更新数据库，要做到数据库的同步就显得非常重要。

5 系统功能

图 5-1 是本数据库系统的辅助规划路线暨系统功能详图。利用本数据库系统，可以对污水量和回用量进行计算、可以辅助污水处理厂厂址选择、可以辅助确定污水处理厂服务区并计算其规模、可以辅助污水管道和中水管道铺设、可以对系统经济因素进行计算、可以对各规划方案进行表达。

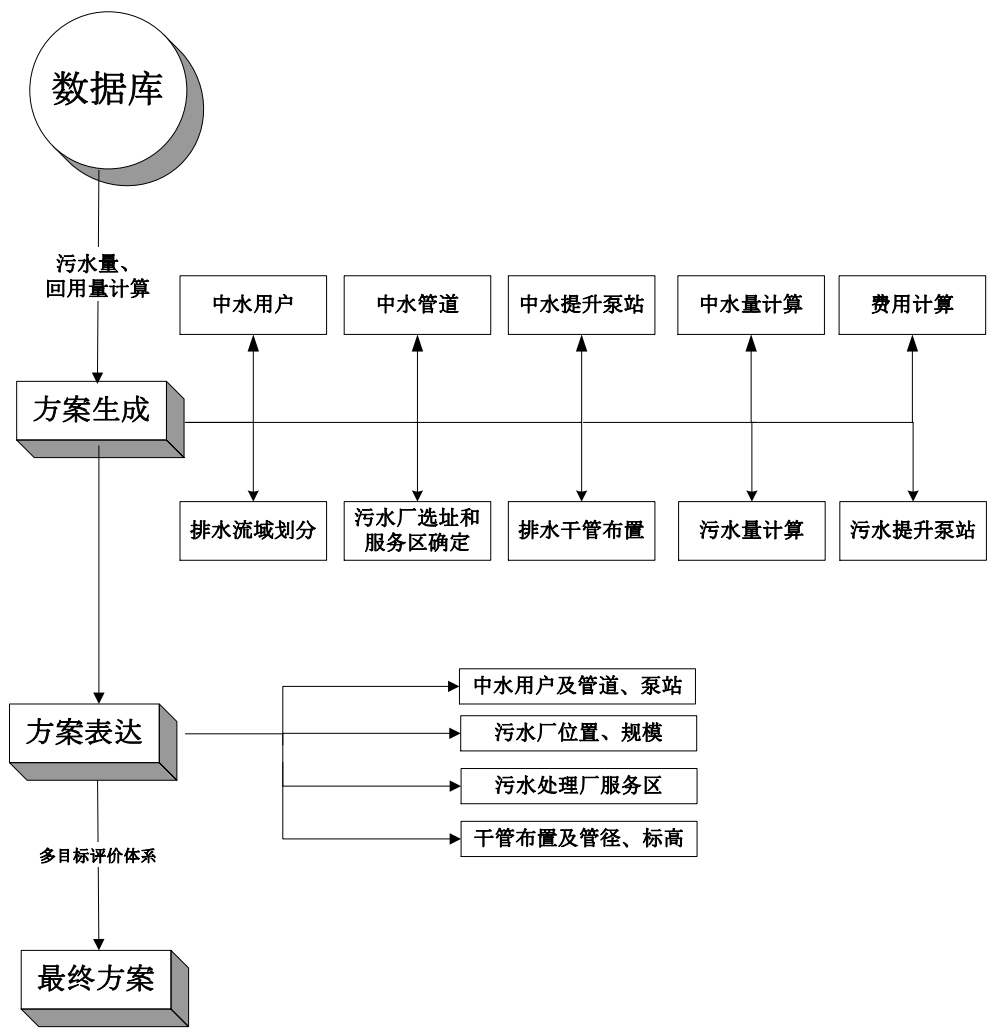


图 5-1 系统应用框图

5.1 基础图层

5.1.1 排水子系统

北京市区水系图层、现状排水管道图层、现状排水管道集水区域图层、现状污水处理厂图层、现状污水排放口图层、现状污水提升泵站图层构成了完善的北京市排水系统。

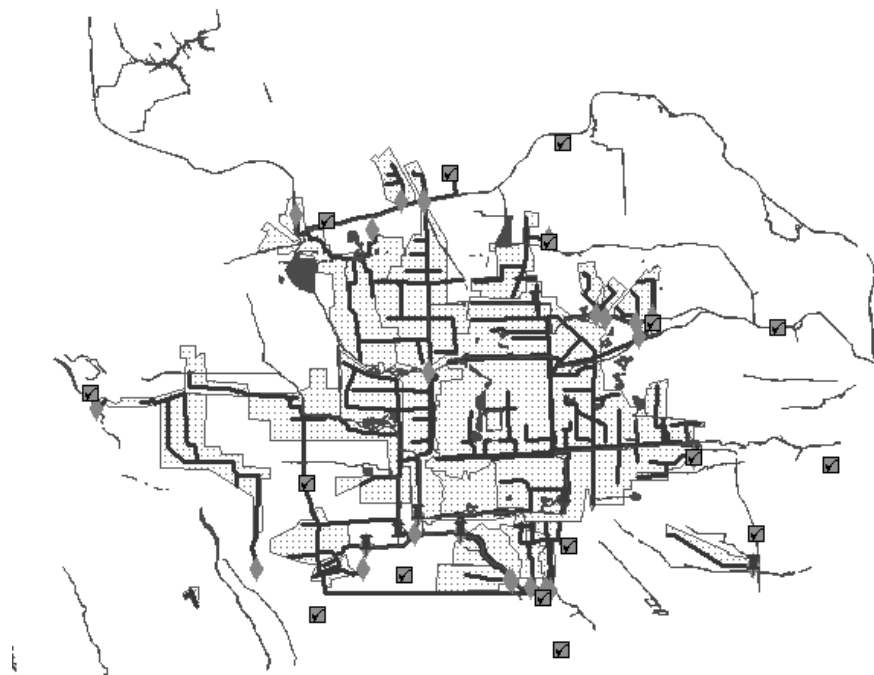


图 5-2 北京市排水系统综合图

5.1.2 市区街坊图

北京市市区街坊图是本数据库系统的核心图层，该图层以北京市二级街坊为基本单元，记录了各个二级街坊的各种用地类型面积、污水产生量、中水回用量、平均高程、所属污水处理厂、所属排水管系、街坊面积等信息，不仅可以为污水系统规划和中水系统规划提供依据，还可以作为北京市区的基本数据应用于其他城市工程规划项目。



图 5-3 北京市市区基本街坊图

5.2 污水系统辅助规划

5.2.1 污水处理厂选址

考虑到目前城市用地越来越紧张，污水厂选址对用地的要求又比较严格，利用该系统生成 GIS 查询表达式（比如用地类型符合哪几种类型，周边无文物古迹或一类建筑这类限制条件），在土地利用规划图层中查询出符合条件的所有地块作为污水处理厂的备选厂址。然后在这些备选厂址的基础上，添加利用这种自动选址方法无法获得的可以建厂的地块，最终由规划人员在这些备选厂址中确定污水处理厂的位置。

5.2.2 污水厂服务区确定

本项目各个方案的服务区都是参照北京市 2002 年规划的污水处理厂服务区确定的，2002 年的服务区通过屏幕数字化输入数据库系统，并利用 ARC/INFO 的空间查询功能，把服务区转换为街坊单元的组合，在 BLOCK 图层新建一个字段用来表示在 2002 年规划方案中各个街坊所属的污水处理厂。

清华大学毕业设计论文

对于以后的规划方案，每一个方案在 BLOCK 图层中对应一个字段，表示在不同的规划方案中街坊单元所属的污水处理厂。把属于同一个污水处理厂的街坊单元进行融合，即可获取污水处理厂的服务区，这个步骤也可以通过 Geodatabase 的查询语言来实现。

5.2.3 污水处理厂规模确定

利用城市街坊图和城市土地利用图叠加，生成各个街坊的土地利用情况图层，然后利用各种土地使用类型的污水产生负荷，计算各个街坊的污水量，每个街坊的属性字段中有属于哪一个污水处理厂服务区的标识，把属于同一个污水处理厂的街坊进行融合，即可获取污水处理厂的处理规模，这个步骤也可以通过 Geodatabase 的查询语言来实现。

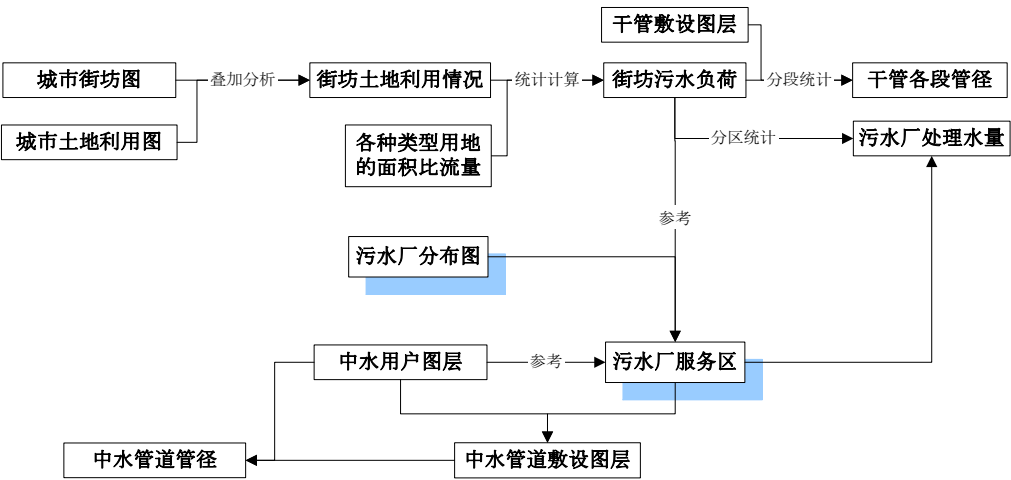


图 5-4 污水处理厂规模确定框图

5.2.4 污水干管铺设

污水干管铺设，要考虑到管道的走向、坡度和埋深。从走向上考虑，一般污水干管道路铺设要沿着街坊与街坊的公共边铺设，所以利用 BLOCK 图层生成相应的网络图层（包括街坊与街坊交点的节点和边的集合）辅助污水干管的铺设。利用 JOIN 操作赋予每个节点以高程的属性，可以有助于干管铺设路线的选择。确定了干管铺设路线，还要确定干管的服务区，一般干管服务区可以看作街坊的组合，参考街坊的高程确定汇水方向以辅助管道服务区的确定。

接下来要确定的是管道流量和管径了。利用各种类型用地的污水产生负荷，

清华大学毕业设计论文

计算各个街坊的污水产生量，结合干管铺设图层和相应的管道服务区，确定每一根管道的流量，再利用水力学公式，分段计算出干管的管径。

对于污水干管的坡度，一般采用当地的污水管道铺设标准；对于污水干管的埋深，可以通过节点高程和管道长度 $\times$ 坡度以及初始位置的管道埋深计算。利用这套系统，这一部分的运算可以实现自动化，在数据完备情况下不需要手工参与。

5.2.5 污水提升泵站设置

在进行干管铺设过程中，不可避免涉及到污水提升泵站的设置。当管道埋深超过预设的数值，就需要在该管道所经过的区域设置污水提升泵站，泵站规模可以根据该管道的流量确定，泵站具体点的选择，可以利用土地类型图层提取所有的适合污水提升泵站布点的众多空间位置来确定。污水提升泵站的扬程可以根据前后管道节点的高程以及管道铺设的坡度来确定。

5.2.6 污水系统经济分析

污水系统规划的经济费用主要源于规划的污水管道、污水处理厂和污水提升泵站，对于各类费用，还分为基建费用和运行费用。在该辅助规划数据库系统上进行污水系统经济分析的核心方法是在各个图层对应的属性表格中加入与经济分析相关的字段，如水量、扬程、长度等，然后把费用函数写入数据库的查询模块中，利用查询功能更新各个图层相应的 `cost` 字段，获取各个单元的费用，把各个单元的费用进行求和操作，即可获取整个规划方案污水管道、污水处理厂和污水提升泵站的经济费用。

利用干管布置图，可以计算出各段干管的长度，利用管道费用函数，可以计算出主干管的费用。利用污水厂处理水量和污水厂的费用函数，可以计算出污水厂的费用，然后逐厂计算，即可获得该方案污水处理厂的费用。利用污水提升泵站的流量和扬程以及相应的费用函数，可以计算出污水提升泵站的费用，然后再逐泵站求和，即可获得该方案污水提升泵站的费用。污水系统经济分析如图 5-5 所示。

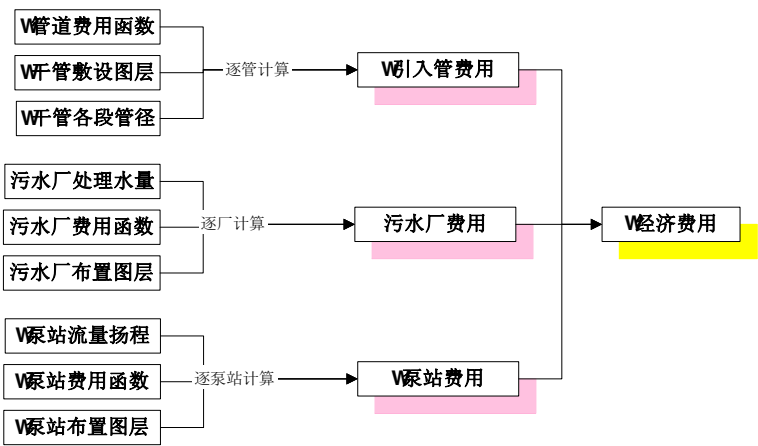


图 5-5 污水系统经济分析框图

5.3 中水系统规划

5.3.1 中水用户及回用量确定

根据国内外中水回用实践，一般中水用户集中于道路清扫、绿地浇洒、河道补换水、工业回用、新建小区回用、农业灌溉回用。

利用城市街坊图和城市土地利用图叠加，生成各个街坊的土地利用情况图层。在 P_GW_BLOCK 属性表中，已经根据土地利用分类获取了每个街坊单元内道路占地面积、绿地面积、工业用地面积、新建小区建筑面积等参数，利用提供的回用定额就可以计算出相应街坊的道路回用量、绿地回用量、工业回用量、新建小区回用量。

而对于河道回用，参照 P_RIVER 属性表中不同河流的回用量，然后确定中水入河口的位置，把河道回用也一并计算到街坊单元中，和其他几种面源回用并列，这样就实现只利用街坊单元就可以计算任一范围的中水回用总量。

5.3.2 中水厂规模确定

每个街坊的回用中水都是由相应的污水处理厂深度处理提供的，利用 BLOCK 图层，确定每个街坊单元中水回用的供水污水处理厂 ID，然后利用 SQL 查询语言——GROUP（以 BLOCK 图层的污水处理厂 ID 为 GROUP 字段），就可以获得所有的污水厂深度处理规模需求。

5.3.3 中水管道铺设

考虑到中水管道是有压管道，一般沿道路铺设——也就是沿着街坊与街坊的公共边铺设，所以利用 BLOCK 图层生成相应的网络图层（包括街坊与街坊交点的节点和边的集合）辅助中水管道的铺设。利用 JOIN 操作赋予每个节点以高程的属性，可以有助于干管铺设路线的选择。确定了干管铺设路线，还要确定干管的服务区，一般干管服务区可以看作街坊的组合，参考街坊的高程确定汇水方向以辅助管道服务区的确定。

接下来要确定的就是管道流量和管径了。利用各种类型用地的中水回用量，计算各个街坊的中水回用总量，结合干管布置铺设图层和相应的管道服务区，确定每一根管道的流量，再利用水力学公式，分段计算出干管的管径。

5.3.4 中水提升泵站设置

在进行中水系统管道铺设过程中，不可避免涉及到中水提升泵站的设置。当管道埋深超过预设的数值，就需要在该管道所经过的区域设置中水提升泵站，泵站规模可以根据该管道的流量确定，泵站具体点的选择，可以利用土地类型图层提取所有的适合中水提升泵站布点的众多空间位置来确定。中水提升泵站的扬程可以根据前后管道节点的高程以及管道铺设的坡度来确定。

5.3.5 中水系统经济分析

中水系统规划的经济费用主要来源于规划的中水管道、污水处理厂深度处理和中水提升泵站，对于各类费用，分为基建费用和运行费用。在该辅助规划数据库系统上进行污水系统经济分析的核心方法和污水系统经济分析的方法基本相同。中水系统经济分析还包括中水系统供水收益。

利用中水管道铺设图层，可以计算出各段干管的长度，利用中水管道费用函数，可以计算出各个管道的费用，求和即可得到中水管道总费用。利用污水厂深度处理水量、处理程度和相应的费用函数，可以计算出污水厂深度处理的费用，然后逐厂计算，即可获得该方案污水处理厂深度处理的费用。利用中水提升泵站的流量和扬程以及相应的费用函数，可以计算出中水提升泵站的费用，然后再逐泵站求和，即可获得该方案中水提升泵站的费用。利用中水用户图层，可以根据各个中水用户的需水量和相应的中水单价可以得到各个用户的中水收益，然后逐用户求和，可以得到整个规划方案的中水收益。中水系统经济分析如图 5-6 所示。

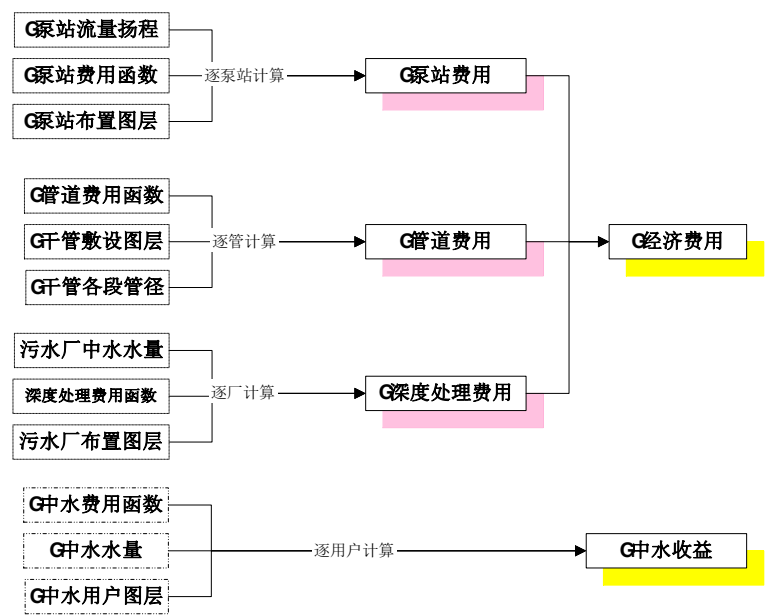


图 5-6 中水系统经济分析框图

5.4 方案表达

利用这个基于 GIS 的辅助规划数据库系统，可以对污水处理厂及中水系统的规划方案进行表达。

5.4.1 污水系统规划

污水规划系统主要包括污水处理厂、污水处理厂服务区、规划污水管道、现状污水管道、规划污水提升泵站、现状污水提升泵站。由于污水处理厂的规划方案是以流域为规划范围确定的，经过项目组最终确定，北京市污水处理厂规划共有 9 个方案，其中清河流域 1 个、通凉流域 4 个、凉水河流域 4 个，利用不同颜色来标识不同污水处理厂服务区、现状和规划的污水管道、现状和规划的污水提升泵站。污水处理厂规划的方案表达请参见附图。

5.4.2 中水系统规划

中水规划系统主要包括污水处理厂（带深度处理）、污水处理厂服务区、规划中水管道、规划中水提升泵站、中水用户。由于项目要求和进行程度等原因，中水系统规划的方案表达仅限于原有规划方案。

结论与建议

结 论

本论文在分析国内外 GIS 在排水系统规划的基础上,自行设计了一套基于 Geodatabase 的辅助规划数据库系统,利用该系统辅助完成了北京市污水处理厂合理布局规划项目中的相关规划、计算、表达等部分。

一、GIS 数据模型分析

GIS 数据模型发展到今天,已经从第一代数据模型——CAD、第二代数据模型——Coverage 逐步向第三代数据模型——Geodatabase 过渡。在本项目进行过程中,从原始资料预处理到 Geodatabase 的建立,这三种数据模型都有所涉及,根据笔者的应用体会,简要说明以下这三种数据模型的特点:

1. CAD 数据模型是最早发展起来的数据模型,至今某些工程领域仍在使用这种数据模型,这种数据模型在精确工程制图方面具有强大的功能,但空间查询和分析功能较弱,所附带的属性库对空间查询和分析支持不够完善;

2. Coverage 数据模型相比 CAD 数据模型,开始支持强大的空间查询和分析功能,空间数据库和属性数据库分列,利用唯一的 ID 关联,并支持建立拓扑关系。在计算机硬件技术较为低级的情况下,Coverage 数据模型的数据存储结构有利于节省磁盘存储空间;

3. Geodatabase 数据模型是随着 ESRI 公司的 ARC/INFO 8 一起发布的,这种数据模型在计算机硬件技术有了飞速发展的今天,支持容纳跨度连续的地理区域,所有的空间数据和属性数据都存于同一个关系数据库,并支持通过规则和为客户特征类编写的代码定制 Geodatabase 数据模型,有利于对现实世界的地物进行建模。

二、GIS 与排水系统规划的结合

本系统尝试应用 GIS 技术辅助实现城市污水系统规划方案的提出、分析和表达,并达到了很好的效果,在原有规划平台 CAD 系统有了一定的突破,GIS 技术的优势主要体现在以下几个方面:

清华大学毕业设计论文

1. 地理信息系统在地理空间定位、描述方面具有独到的优势，可以更好地组织空间数据，在城市污水系统规划中涉及地理空间数据之处较多，如污水处理厂的具體位置、管道起始点标高、污水处理厂及管道服务区的区域范围等，这正可以充分发挥 GIS 的优势；

2. 地理信息系统具有强大的空间查询和分析功能，可以在城市污水系统规划中更好地起到辅助的作用，比如污水处理厂选址、污水处理厂服务区确定、管道铺设等。

3. 城市污水系统规划涉及到多个规划方案经济目标的比选问题，利用 GIS 系统的空间与属性数据的紧密结合，把经济费用加到 GIS 的属性数据库中，同时利用 GIS 技术的空间查询与分析功能可以方便地给出不同规划方案不同层次的经济费用；

4. 地理信息系统可以方便地进行地物的表达，污水处理系统的规划方案可以很好地得以表达，在方案表达的效率和自动化程度方面具有一定的优势。

三、Geodatabase 应用分析

Geodatabase 应用于市政排水系统以及城市工程规划具有如下优点：

1. 便于数据管理，所有的空间数据和属性数据都保存于同一个关系数据库；
2. 弥补了 ArcInfo 平台数据库查询方面的不足，充分利用关系数据库强大的关系查询功能；
3. Geodatabase 特有的关系数据集和网络分析数据集，可以提供方便的查询功能和辅助管道铺设，有利于规划方案的生成；
4. Geodatabase 支持用户定制数据模型，能够更接近现实世界来建模；
5. Geodatabase 引入污水系统规划，可以提高规划工作效率，改善规划成果的准确性和合理性，同时能监控污水系统的发展状况，及时调整、制定污水系统发展战略；
6. 基于 Geodatabase 数据库系统的市政排水系统规划相比传统的 CAD 规划平台，具有无可比拟的优势。

四、系统开发成果

1. 北京市现状排水系统模块
2. 北京市基本街坊信息模块
3. 辅助规划方案的生成
4. 规划方案的计算查询模块
5. 各个规划方案的经济分析
6. 污水处理厂及其中水系统规划方案的表达

建 议

建议继续探索如下几个方面，提高本系统的辅助规划功能及其适用性：

1. 进一步完善已有的数据库排水现状系统的管道以及污水提升泵站、入河口等图层的属性数据；
2. 应用 ESRI 的 MO 或者 AO 控件开发一套系统，降低本辅助规划系统的专业技术应用门槛，扩大该系统的用户范围；
3. 在集成经济目标的基础上，把技术经济、环境等目标也集成到本系统中来，做到 GIS 数据库与 CDP 软件的紧密结合；
4. 利用 ArcInfo 的网络分析功能，把 Geodatabase 的网络分析图层整合到数据库系统中，提高管道铺设的自动化水平；
5. 提高污水处理厂服务区划分的自动化程度和适用性：利用 ARC/INFO 中 GRID 模块对等高线图层的分析功能，自动划分排水流域^[21]。并在此基础上，根据其他实际情况对排水流域草图中流域的边界进行修改，选择排水流域图层中的一个或者多个排水流域作为污水厂的服务区。

清华大学毕业设计论文

附 表

附表 1 边界图层 BOUNT

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	行政区标号
Shape	OLE 对象	空间对象
ID	长整型	行政区 ID
NAME	文本	行政区名称
Shape_Length	双精度型	行政区周长
Shape_Area	双精度型	行政区面积

附表 2 面状水系图层 Water_poly

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	面状水体标号
Shape	OLE 对象	面状水体对象
ID	长整型	面状水体 ID
NAME	文本	面状水体名称
Level	整型	水体级别
Cal_Bush	双精度型	计算补水量
Cal_Huan	双精度型	计算换水量
Shape_Le	双精度型	面状水体周长
Shape_Ar	双精度型	面状水体面积

清华大学毕业设计论文

附表 3 线状水系图层 Water_line

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	现状水体 ID
Shape	OLE 对象	空间对象
ID	长整型	现状水体 ID
Shape_Length	双精度型	现状水体长度

附表 4 等高线图层 Contour

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	等高线标号
Shape	OLE 对象	等高线对象
ID	长整型	等高线 ID
Elevation	双精度型	高程
Shape_Length	双精度型	等高线长度

附表 5 街道图层 Street

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	街道标号
Shape	OLE 对象	街道对象
ID	长整型	街道 ID
Shape_Length	双精度型	街道长度

清华大学毕业设计论文

附表 6 铁路图层 Railway

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	铁路标号
Shape	OLE 对象	铁路对象
ID	长整型	铁路 ID
Shape_Length	双精度型	铁路长度

附表 7 道路图层 Road

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	道路标号
Shape	OLE 对象	道路对象
ID	长整型	道路 ID
Shape_Length	双精度型	道路长度

附表 8 管道规划方案图层 WW_PIPE_LYnum（注）

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	管道标号
Shape	OLE 对象	空间对象
ID	长整型	管道 ID
Shape_Length	双精度型	管道长度
Depth	双精度型	管道埋深
Slope	双精度型	管道坡度
Material	文本	管材

清华大学毕业设计论文

Q	双精度型	管道流量
DN	长整型	管径
Cost	双精度型	费用

（注：这里 WW_PIPE_LYnum 表示 9 个图层，其中 LY 表示流域，num 表示该流域的规划方案编号）

附表 9 污水排放口图层 WW_DISCHARGE_POINT

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	管道标号
Shape	OLE 对象	空间对象
ID	长整型	污水排放口 ID
PIPE_ID	长整型	对应的排放管道 ID
Q	双精度	排放量
Exist	整型	规划还是现状

附表 10 污水提升泵站图层 WW_PIPE_STATION

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	污水提升泵站标号
Shape	OLE 对象	空间对象
ID	整型	污水提升泵站 ID
H	双精度型	污水泵扬程
Q	双精度型	污水泵流量
Exist	整型	规划还是现状
Cost	双精度型	费用

清华大学毕业设计论文

附表 11 管道服务区图层 WW_REGION

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	管道服务区标号
Shape	OLE 对象	空间对象
ID	长整型	管道服务区 ID
Shape_Length	双精度型	服务区周长
Shape_Area	双精度型	服务区面积
Q	双精度型	污水产生量
Exist	整型	规划还是现状

附表 12 污水处理厂图层 WW_PLANT

OBJECTID	自动编号	污水处理厂标号
Shape	OLE 对象	空间对象
ID	整型	污水处理厂 ID
Name	文本	污水厂名称
Exist	整型	现状还是规划
Q	双精度型	污水厂处理量
Cost	双精度型	污水厂费用
ID1990	整型	1990 年规划方案
ID2002	整型	2002 年规划方案
清河一	整型	清河流域规划方案
通凉一	整型	通惠河、凉水河流域规划方案
通凉二	整型	通惠河、凉水河流域规划方案

清华大学毕业设计论文

通凉三	整型	通惠河、凉水河流域规划方案
通凉四	整型	通惠河、凉水河流域规划方案
凉水一	整型	凉水河流域规划方案
凉水二 1	整型	凉水河流域规划方案
凉水二 2	整型	凉水河流域规划方案
凉水二 3	整型	凉水河流域规划方案
Elevation	双精度型	污水处理厂高程
水体回用	单精度型	水体回用量

附表 13 中水提升泵站图层 GW_PIPE_STATION

字 段	字段类型	备注
OBJEC	自动编号	中水提升泵站标号
Shape	OLE 对象	空间对象
ID	整型	中水提升泵站 ID
H	双精度型	清水泵扬程
Q	双精度型	清水泵流量
Exist	整型	规划还是现状
Cost	双精度型	费用

附表 14 街坊单元中水属性表 P_GW_BLOCK

字段名称	字段类型	备注
Blockid	文本	街坊单元编码
居住	双精度	本街坊单元居住用地面积

清华大学毕业设计论文

公建	双精度	本街坊单元公共建筑用地面积
工业	双精度	本街坊单元工业用地面积
耕地	双精度	本街坊单元农业用地面积
水体	双精度	本街坊单元水体面积
道路	双精度	本街坊单元道路面积
绿地回用量	双精度	本街坊单元绿地中水回用量
耕地回用量	双精度	本街坊单元农田灌溉中水回用量
水体回用量	双精度	本街坊单元水体补水中水回用量
道路回用量	双精度	本街坊单元道路浇撒中水回用量
工业回用量	双精度	本街坊单元工业中水回用量
新建小区回用	双精度	本街坊单元新建小区中水回用量
总计回用量	双精度	本街坊单元中水回用总量

附表 15 面状水系属性表 P_RIVER

字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	河流编号
Name	文本	河流名称
Water_Supply	长整型	河流补水量
Water_Exchange	长整型	河流换水量
Water_Need	长整型	河流需水量
SHAPE_LENGTH	双精度型	河流长度
SHAPE_AREA	双精度型	河流面积

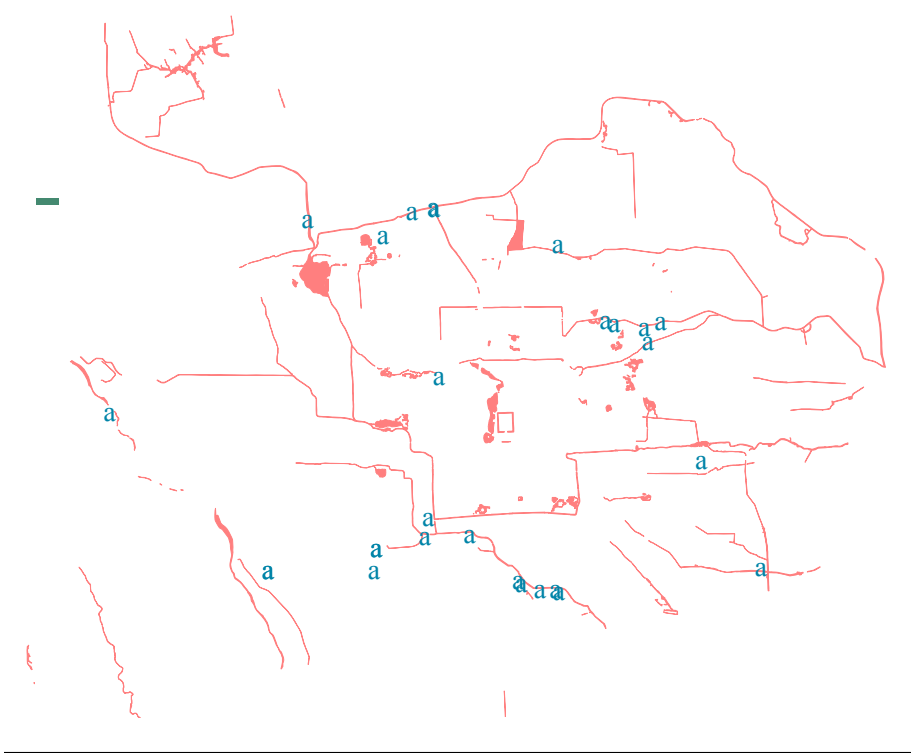
清华大学毕业设计论文

附表 16 污水处理厂属性表 P_WW_PLANT

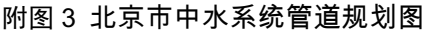
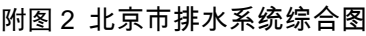
字段名称	字段类型	备注
OBJECTID	自动编号	污水厂编号
ID	长整型	污水厂 ID
名称	文本	污水厂名称
服务人口	长整型	污水厂服务人口数
服务区特征	文本	污水厂服务区的特征
规划污水量	长整型	污水厂规划的污水处理量
来水性质	文本	污水厂来水的物理化学性质
存在问题	文本	污水厂存在的一系列的问题

附 图

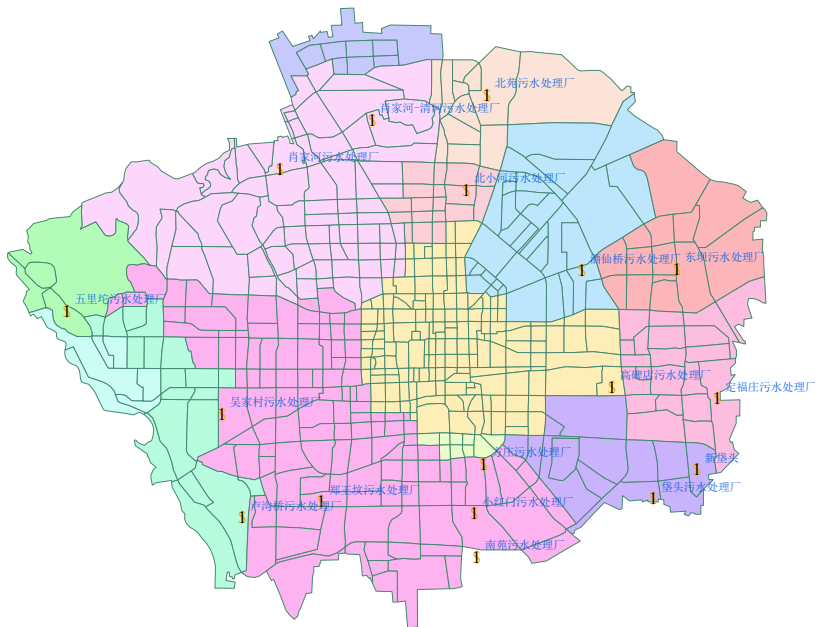
1. 现状排水系统及原有规划图



附图 1 北京市污水入河口系统图

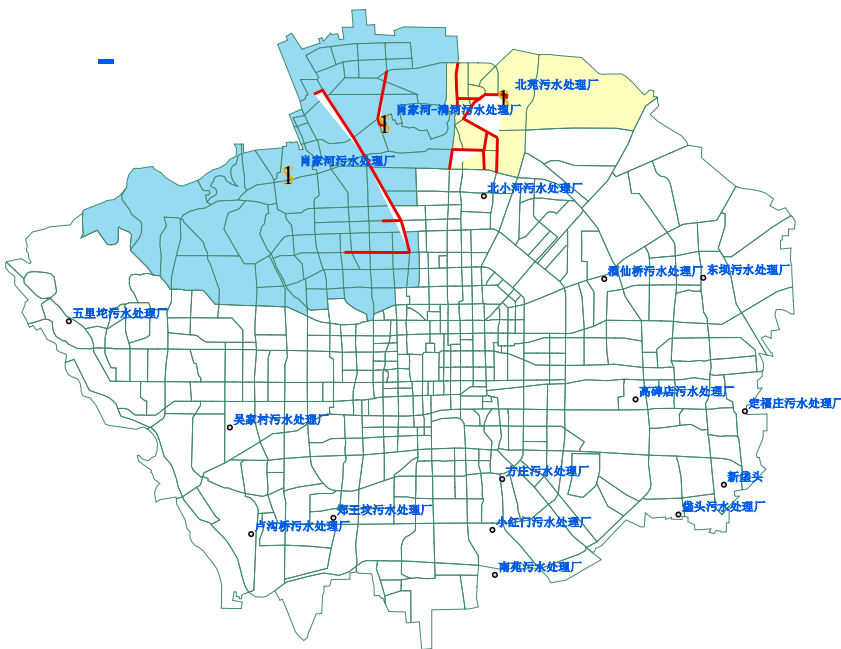


清华大学毕业设计论文

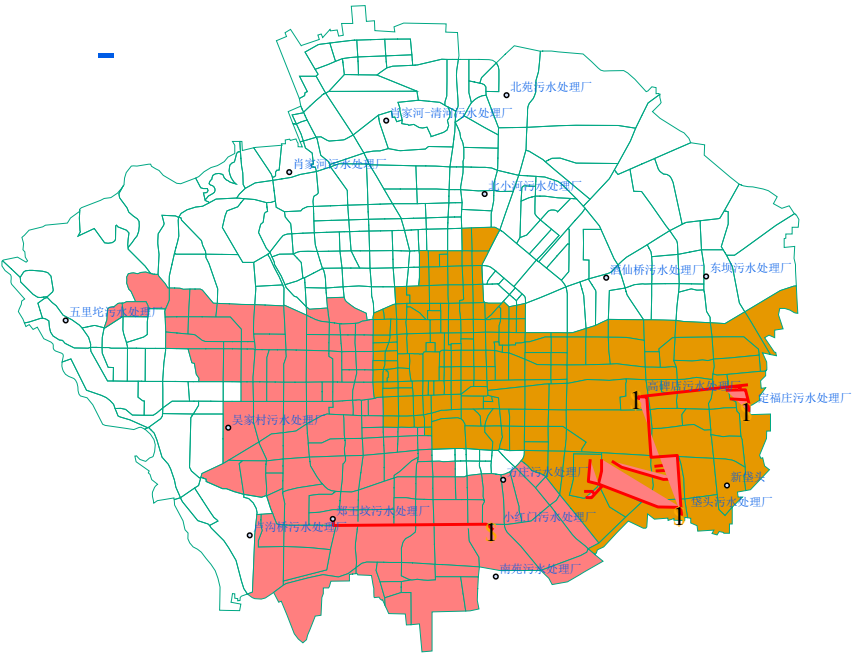


附图 4 北京市污水处理厂原有规划方案图

2. 排水系统方案规划方案表达

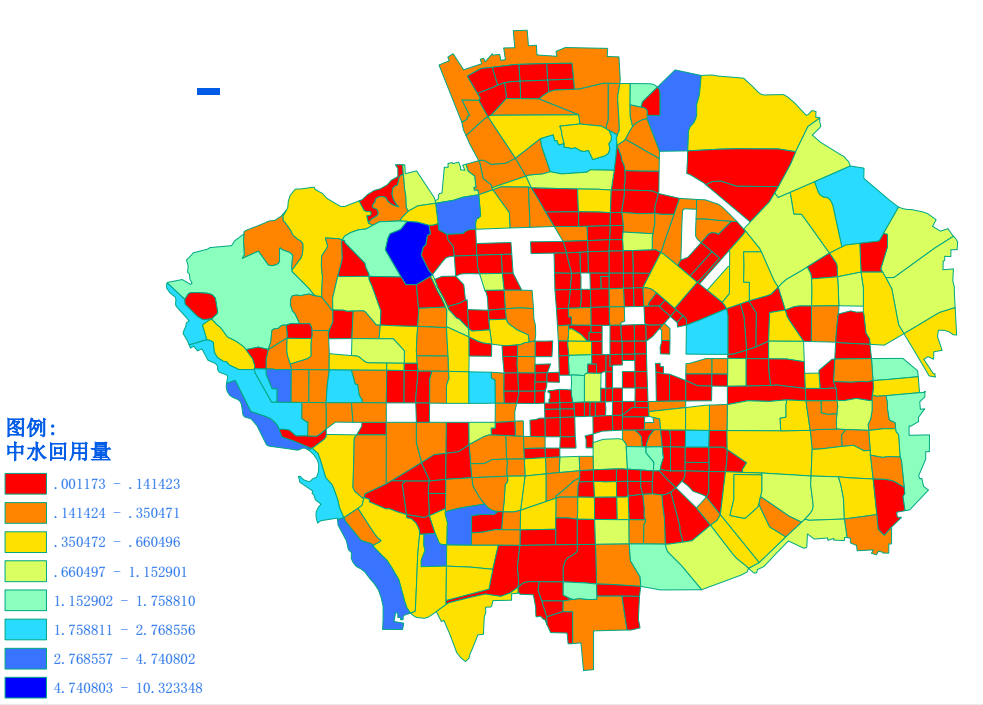


附图 5 清河流域规划方案 1



附图 6 通惠河 - 凉水河流域 1

3. 中水系统方案表达



附图 7 中水用户分布图

清华大学毕业设计论文

致谢

在论文完成之际，谨向悉心指导和关心我的导师贾海峰副教授致以衷心的感谢，是他在百忙之中对本论文进行多次修改并提出中肯意见。

在论文工作期间，曾得到程声通教授、王少平老师的帮助和指导，在此，向程老师、王老师表示深深的谢意。

向在论文工作期间给予我帮助的李京峰老师、赵冬泉硕士、郭茹博士一并表示感谢。

清华大学毕业设计论文

个人简历

姓名：龙瀛

性别：男

籍贯：吉林四平

生日：1980 年 5 月 22 日

1995. 8—1998. 7 吉林省四平市梨树一中

1998. 9—现 在 北京市清华大学环境科学与工程系

联系方式：

电子邮件 longying@263.net

电 话 +861062774390

地 址 北京市清华大学 26 # 329

邮 编 100084

清华大学毕业设计论文

参考文献

-
- [1] 王宗帧, 王苏建, 向小民. GIS 空间数据库技术. 中国三峡建设. 1998 年第 2 期
 - [2] 曹瑜, 胡光道. 地理信息系统在国内外应用现状. 计算机与现代化. 1999, 61(3)
 - [3] 余国培, 高永善. 地理信息系统及其在上海环境管理中的应用. 环境科学研究. 1994, 7(5): 39-43
 - [4] 韩笋生, 彭震. GIS 在国外城市规划中的应用. 国外城市规划. 2001, 10(1): 42-4
 - [5] Robert A. Johnston, Tomas de la Barra. Comprehensive regional modeling for long-range planning: linking integrated urban models and geographic information systems. Transportation Research Part A. 2000, 34(2): 125-136
 - [6] Steve Grise. Water Utilities - ArcGIS Data Model. <http://www.esri.com>
 - [7] 党安荣, 贾海峰, 易善桢, 等. ArcInfo 地理信息系统指南. 清华大学人居环境研究中心. 2001 年 4 月
 - [8] <http://www.superfull.com/support/esri/FAQ/faqIndex.htm#ArcSDE>
 - [9] 周卫. ArcInfo 的新型数据模型 Geodatabase 及其操作. 计算机与制图
 - [10] 程昌秀, 周成虎, 陆峰. ArcInfo 8 中面向对象空间数据模型的应用. 地理信息科学. 2002 年 3 月
 - [11] 李国标, 庄雅平, 王玉华. 面相对象的 GIS 数据模型——地理数据库. 测绘通报. 2001 年第 6 期
 - [12] Building a geodatabase.
<http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase.html>
 - [13] 何铮, 陈志刚. 基于 UML 的对象关系数据库设计. 微型电脑应用. 2002: 17(10)
 - [14] 戴慎志, 陈践. 城市给水排水工程规划. 安徽科学技术出版社. 1999 年 3 月
 - [15] 唐志伟. 城市污水处理厂规划建设决策程序和方法的探讨. 基础设施建设
 - [16] What is ArcGIS. <http://www.esri.com/software/arcgis/index.html>
 - [17] 程承旗. 地理信息系统概论课程讲义. 北京大学. 2000 年
 - [18] 刘亚军, 董逸生. 一种支持数据库物理设计的工具. 开发应用
 - [19] 陈为公. 应用 GIS 建立地质图空间数据库初探. 辽宁地质. 2002: 17(4)
 - [20] 王索民. 数据库的建立维护和应用. 山西气象. 1996 年第 1 期
 - [21] ArcInfo 8 HELP. ESRI. 2001