

北京工业大学

硕士学位论文

基于GIS的城市排水管网信息系统数据标准研究

姓名：冯润

申请学位级别：硕士

专业：市政工程

指导教师：周玉文

20070501

摘 要

作为城市基础设施之一的排水管网系统是保持城市人民生活,发展城市经济重要前提。要保持排水管网的良好状态,就要正确的进行规划,合理的进行管网改扩建和及时的进行养护。

排水管网系统是一个非常复杂庞大的系统,而一直沿用的图纸、资料的人工管理方式逐渐变得难以适应复杂的系统管理。随着计算机技术的发展,GIS系统的逐渐完善,如何把计算机技术融合到排水管网管理技术中就成为给排水界面临的问题。

国外的许多机构对GIS系统与排水管网的信息化相结合做了很多的研究工作,而中国对此项工作还处于摸索阶段,进行的实例研究也是各有千秋。为了避免在今后的工作中在模型建立和维护方面走过多的弯路,对此有必要进行标准化的研究。

标准化研究的意义是,通过制定关于排水管网地理信息系统数据的标准化格式和处理过程,可以使得工作在不同的部门以及不同的单位之间得以开展,避免由于格式和工作的流程的不同造成交叉工作成果时的不便。这样有利于提高效率,开展更深入的关于排水管网数字化管理的研究。

本文是对基于GIS的城市排水管网信息系统数据化对于建立模型和维护模型的过程进行标准化的研究。此项研究基于石景山区市政管理信息系统的建立,通过长时间的关于排水管网地理信息系统的数据收集以及模型搭建过程中的实践研究和经验总结,完成以下的标准化研究:城市排水管网信息系统数据分类,城市排水管网信息系统数据编码标准,城市排水管网信息系统数据图形符号标准,城市排水管网信息系统数据处理标准,并结合石景山市政地理信息系统进行了阐述。

关键词: 地理信息系统; 排水管网; 标准化

ABSTRACT

Drainage system is the basic system in the city. It is used to keep the people lived here better, and make the city grow fast. To make drainage system better, we must work out better, and do the rebuilding work reasonable, and do maintenance often.

Drainage system is a big complicated non-linear system. People used to manage it by using blueprint and papers, and it's hard to suit the development of drainage system. GIS is more and more faultless now, so computer can be used to do the drainage system management, and how should computer be used in pipeline system management is quit a problem now.

Foreign institutions do a lot of research work about it. But it is still wondering in China. We must do the standardization work to make our job effectively, and it helps fewer mistakes during the drainage network modeling and maintaining.

The significance of standardization is that one job can be doing at different department and different company at same time easily. It makes the data transmission between different departments fluently. It can make the modeling and maintaining effectively, and more complicate models will appear in drainage network management.

The content of this paper is the standardization about using GIS in the drainage system. It base on the municipal GIS project of Shijingshan. It is the conclusion of drainage system modeling and maintaining practice. It concludes date classification and encoding object and symbol standardization. It also concludes the process standardization.

Keywords: GIS; drainage system; standardization

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。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，也不包含为获得北京工业大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

签名： 冯润 日期： 2007.6.8

关于论文使用授权的说明

本人完全了解北京工业大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留送交论文的复印件，允许论文被查阅和借阅；学校可以公布论文的全部或部分内 容，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。

（保密的论文在解密后应遵守此规定）

签名： 冯润 导师签名： 周红 日期： 2007.6.8

第1章 绪论

1.1 本研究课题的背景与意义

当今城市的发展越来越快，作为城市中必不可少的基本组成部分，城市排水管网的现状数据是城市发展的重要基础，它在城市规划、建设和管理中起着重要的作用^[1]。一方面，它关系到管网本身的更新、改造和扩建、新建；另一方面，管网数据的准确性还关系到其他基础性设施的建设。现在由于其他基础性设施的建设而把排水管网挖断、碰坏的事情时有发生，造成了很大的经济损失。

1.1.1 排水管网特点

(1) 管网本身的建设量很大。

管网的服务面积需要覆盖绝大多数的城市，因此排水管网的基础数据非常的巨大。同时排水管网还有另一个显著的特点，即它会随着城市的逐渐发展，管网本身也在不断的变化中，若不能及时的更新数据，把城市管网的现状用数据的形式反映出来，那么也就无法为城市的规划、建设还有管理服务。

(2) 管网需要不断的更新。

排水管网作为城市的重要基础设施之一，由于在地下呈立体交叉网状分布，具有分布集中性和不可见性，其管理的难度越来越大，而且目前我国的排水设施管理与查询大多还处于手工阶段。众所周知，城市的排水管网是一个覆盖全市的巨型网络，那么对于一个大型城市来说，市政设施的频繁改扩建以及一些不可预知的破坏的原因，造成管网的数据量是非常巨大的。

1.1.2 排水管网数据管理手段存在的缺点

(1) 图纸分割

由于管道图是条状的，于是通常管道的设计图是分割于多张图纸上面。这样不方便统观全局，而且有些支线接入的问题也需要反复的察看其他的资料。

(2) 不便查询

管线的属性信息没有在图纸上面表述的很全面，其余的很多都是以书面文本的形式保存，不方便查询。

(3) 手续繁杂

到存有管线信息的地方去查找资料需要很多行政手续，需要开出单位证明等

一些繁琐的步骤。同时还有许多限制规定，比如不允许拍照，只能阅览和抄记数据等。这样会严重影响工作的效率，同时在抄记数据的过程中的准确性问题也成为影响日后成果的重要因素。

(4) 不便更新

现状数据管理方法所保存的数据不便于及时的更新，因此数据无法精确的反应出城市管网的现状。

应用传统的图表管理方式已经越来越难以描述如今庞大且多变的城市管网了，所以就更谈不上对管网信息进行有效的管理和利用。因此，一种能够管理大型复杂空间数据的方法——GIS 也就逐渐的进入到了城市管网信息管理的领域中。

1.2 GIS 系统介绍

GIS 系统就是利用各种图层信息将图形和信息结合在一起，通过这些信息可以使用户对这个位置或者这个位置所对应的对象有更好的了解。使用者可以按照需求选择相应的图层信息。用户可以通过需要来选择特定的图层进行显示。GIS 系统与传统的图纸相比，就是可以运用 GIS 系统获取所需要获取的信息^[2]。

1.2.1 GIS 的历史

1956 年，奥地利测绘部门首先利用电子计算机建立了地籍数据库，随后各国的土地测绘和管理部门都逐步发展土地信息系统（LIS）用于地籍管理。

1962 年，加拿大一位人士首先提出了地理信息系统的概念并领导建立了世界上第一个具有实用价值的地理信息系统——加拿大地理信息系统（简称 CGIS）。被称为“Canadian GIS”（CGIS）。它被用来存储、分析以及处理所收集来的有关加拿大土地存贷清单（CLI）的数据。CLI 通过 1: 250000 的比例尺下绘制关于土壤、农业、休闲、水鸟、林业和土地利用等各种信息，为加拿大农村测定土地能力，并增设了等级分类因素来进行分析。

1967 年，世界第一个投入实际操作的 GIS 系统由联邦能量、矿产和资源部门在加拿大安大略省的渥太华开发出来。

1980 年，中国科学院遥感应用研究所成立全国第一个 GIS 研究室。从上世纪 90 年代开始，GIS 在我国进入快速发展阶段。

1998 年初，美国副总统戈尔在加利福尼亚地理学中心所作的题为“数字地球——认识 21 世纪我们这个星球”的讲话中提出的新概念在全球掀起了“数字地球热”，其中的核心技术 GIS 更为各国政府所广泛关注。

我国的 GIS 研究与应用起步于 20 世纪 80 年代初。一开始只是从事一些 GIS

的探索性的研究，而后也从国外引进技术后进行了应用方面的研究。一直到 80 年代末、90 年代初，随着 GIS 系统在城市中的应用，对于 GIS 的研究与发展才真正取得了长足的进展。随着计算机技术的发展和 GIS 技术的逐渐成熟，如今的 GIS 系统已经广泛的用于我国的城市规划、交通运输、环境保护、国防等许多领域。

1.2.2 GIS 在城市建设和管理中的典型应用

(1) 城市规划和管理(Urban Planning and Management)

城市规划和管理是 GIS 的一个主要的应用领域，利用 GIS 技术可以对城市的规划提供决策支持，同时还可以进行辅助设计等工作。

(2) 土地和地籍管理(Land and Cadastral Application)

土地和地籍管理是关于土地的使用变化、地块轮廓变化、地籍权属关系变化等进行管理，GIS 可以很容易的实现这方面的监控和管理工作^[3]。

(3) 生态、环境管理与模拟(Ecological, Environmental Management and Modeling)

GIS 技术还可以实现生态规划，通过模拟污染物扩散等还可以提供污染物处理的决策支持，通过对数据进行统计、分析和预测提供可持续发展的决策支持、环境规划等。

(4) 基础设施管理(Facilities Management)

城市的基础设施具有数量巨大、分布广泛而且种类繁多的特点，并且城市的基础设施与百姓日常的生活联系非常紧密，借助 GIS 可以辅助它们的工程设计、突发事件的处理、日常的维护等，大大的提供相关部门的工作效率。

1.3 GIS 在给排水中的作用

(1) 档案系统

实现排水管网档案的数字化，创建管网的数据库，通过数字化可以形成科学的排水管网档案管理机制。

(2) 管理系统

准确、高效的获得管网各个部分的信息，快速的定位管道、检查井等排水管网的组建，为实际的养护、管理工作提供可靠的依据。

(3) 查询系统

可以为管网的设计及施工提供相关信息。可以准确、快速的查找到相关管道的埋设位置、埋设深度、检查井的位置，各管线之间的相对位置等，由此来减少由于设计或者施工的时候考虑不周而造成其他地下管线的破坏，从而避免经济损

失和那些严重的后果。

(4) 应急系统

有效的分析溢流事故并提供出解决方案，提高对突发事件的应对能力。

(5) 规划、设计系统

可以通过水力模拟，对不同的设计进行结果分析，并选出最优方案，实现排水管网的优化设计、降低成本。

1.4 GIS 目前需要解决的问题

1.4.1 GIS 系统误差问题

地理信息数据无论从生成空间模型的方面，还是在模型数据的处理和分析方面来讲，都会发生数据误差的问题。

1.4.1.1 GIS 数据的误差来源

(1) 时效性误差

因为 GIS 数据描述的是空间中的对象，而空间对象本身就存在随着时间的变化而改变各种参数的特点，从而造成在地理信息系统中描述的对象具有空间、专题和时间上的不确定性。结合排水管网的 GIS 模型来说，排水管网本身会随着时间的变化会改变，比如经过了一段时间以后管网改造会让管网的位置与在地理信息中描述的位置不同，管道的阻力系数会随着时间的推移而改变，而当管道淤积到一定程度的时候又会进行管道的养护，进行清淘，这样清淘之后的管道的阻力系数又会和清淘之前的数值不同，并且我们人为的给管道规定了很多属性，很多字段来描述这个管道，但是是否能够通过这些属性完全的把管道的本身很好的描述出来也是不能完全确定的，因此空间数据存在问题是不可避免的。

(2) 系统误差

GIS 数据中的系统误差是指数据来源的系统误差，这是不可避免的，而且涉及到很多其他学科的相关知识，例如测量学的精度控制等。

(3) 人为误差

数据采集中所选择的方法以及方法本身的精度等会因为人为的原因有所变化，这同操作人的认识能力和表达能力以及熟练程度有关系。因而数据的误差产生也是无法避免的。

(4) 使用误差

对于 GIS 的数据使用也会产生误差。主要是两个方面的问题会产生误差。其

一，在使用数据的过程中，对数据的解释会产生误差。不同的用户会对数据的内容根据自己的理解进行解释，而解决这种问题的方法是，必须对数据进行详细的描述，然后生成详细的说明文档。然而现状是提供数据的一方一般情况下并没有太多的关于数据的描述。其二，数据的描述文档需要描述些什么内容，这些内容详细到什么程度。有的时候用户凭借自己的经验和不太详细的文档说明随意的使用数据，因而造成了数据的扩散。

1.4.1.2 GIS 数据的误差类型

(1) 逻辑误差

检查逻辑数据有助于发现 GIS 空间对象数据的问题。对数据进行评价一般先从数据的逻辑性检查开始。结合排水管网来说，例如，一条管段的下游检查井中的管内底标高要比上游检查井的管内底标高高，这时就有可能是数据出现了问题，也有可能是某些特殊情况造成的改变，需要仔细检查，如果不能确定就要查找管段的设计图和设计说明。

(2) 几何误差

几何误差就是对于空间对象在 GIS 中描述与实际的空间位置的误差^[4]。

(3) 属性信息的误差

属性信息的误差就是对于空间对象的属性描述过程中产生的误差^[5]。可能是因为几何误差造成的，也有可能是因为测量的过程中造成的。例如，管段的某个地方损坏，而损坏的地方所对应的空间信息却是它相邻管段的空间信息，或者对于管道损毁的程度描述与事实情况有出入等。

1.4.2 数据更新问题

由于 GIS 系统中的空间对象具有时效性^[6]，因此及时的更新地理信息系统中的数据就成为排水 GIS 系统能否真正的应用于排水系统的工作中的很重要的一个条件。中国现状的市政排水管线的更新以及养护都是由市政部门来进行管理，其中包括对某些管段的更新，新建一些管线，一定的时间对管线进行一定的维护，还包括其他部门对管线进行的改动等都要在市政部门进行登记和建立档案。所以，只有让排水管道地理信息系统的更新机制融入到能够及时获得管网变化信息的市政部门的日常工作中，才能够做到及时的对模型进行更新。

地理信息系统是综合分析空间数据的一种技术系统，它包括空间数据的采集、存储、管理和分析。目前我们国家在使用地理信息系统的时候，大多作为管理空间数据和属性数据的工具，而没有意识到这些数据所能传达出来的意义。因为在创建数据库的时候，数据库的结构很少考虑到数据之间的相互联系，而且因

为没有相应的规范,所以属性数据库的字段定义的很杂乱,这样不利于日后对数据的处理。

随着 GIS 技术的越来越普及,以及现在信息量的急速爆炸,人们也越来越需要能够对海量的数据进行有目的的分析^[7]。地理信息系统(GIS)是空间数据库发展的主体;随着 GIS 技术发展和应用的深入,新的需求推动着 GIS 从数据库型转入分析型阶段。但是目前 GIS 的分析功能还不能够胜任这种工作, GIS 本身分析功能的局限性很大^[8],只有一些与图形相关的操作,比如说简单的查找功能、数据的结构分析等,它的逻辑结构不能满足解决一些复杂的实际的规划、决策问题的需要。比如结合给排水专业,使用 GIS 进行规划、促使人们探讨新的技术手段去解决现在面临的问题。

1.5 国外在排水系统与 GIS 结合所进行的研究进展及不足

国外在排水系统与 GIS 系统相结合的方面进行的研究很深入,制作了许多产品级的软件,其中不乏世界级的产品,应用于世界各地的设计院或者排水公司。

1.5.1 Wallingford 软件有限责任公司的 InfoWorks CS

InfoWorks CS 为市政排水提供了别具一格的完整的系统模拟工具,可以仿真模拟城市水文循环。除了必备的管网局限性分析和方案优化外, InfoWorks CS 同时为雨、污水系统控制运行提供了可操作的实时模拟功能。其他方面的应用包括城市积水和污染预报,水质和泥沙在排水系统中的模拟。

InfoWorks CS 除了能准确,快速地进行网络模拟,同时还有一些特定的工具来处理集水区入流和地下水入渗。除了计算速度特快和智能化模拟外, InfoWorks CS 能迅速地模拟整个网络或子网络。用户现在可以模拟多达 100,000 个节点。

其典型应用有:排水和污水系统总体规划或研究;评价气候变化对城市排水系统的影响;可持续城市排水系统设计;积水和污染预报;模拟泥沙输移和水质;雨水系统评析与管理;污水系统评析与管理;地下水入渗和入流量分析;城市集水区径流量控制、设计和分析;城市雨水水质分析和污染控制;雨污混合系统主管设计和分析。

1.5.2 BENTLEY 公司的 CivilStorm Dynamic 和 SewerCAD

CivilStorm Dynamic 是城市雨水、排水、水文、水力类比设计套装软件,用于分析从降雨到出流的全过程。该软件可以实现排水系统总图、污水雨水合流系统的优化设计、排水泵站设计、暴雨分析、沟渠与管道混合计算、洪水控制、排水系统资产管理、水质最优化控制。

SewerCAD 是当今世界上最先进的排水管网设计、分析和规划工具，可以同时处理重力流管网系统和压力流管网系统。该软件被广泛应用于世界各地的设计院和排水公司，同时既可以独立运行也可以在 AutoCAD 环境下运行。

1.5.3 DHI 公司的 MIKE URBAN CS

MIKE URBAN 排水模型是模拟城市集水区和排水系统的地表径流、管流、水质和泥沙传输的专业工程软件包，可以应用于任何类型的自由水面流和管道压力流交互变化的管网。

MIKE URBAN CS 由五个模块组成，分别是：管流模块、降雨径流模块、实时控制模块、污染物传输模块、生物过程模块。

管流模块和降雨径流模块是 DHI 闻名于世的 MOUSE 引擎的两个核心模块，降雨径流模块包括了降雨入流和入渗流，而管流模块可以模拟污水管道，雨水管道以及合流制管道中的详细水动力过程。

实时控制模块拥有先进的以操作规则为基础的城市污水管网的控制模拟功能。它能够模拟各种控制构件，还能为相互关联的控制构件定义复杂逻辑的控制规则，使他们的操作完全透明而且高效。

污染物传输模块模拟水中溶解物及管道中悬移质的传输、扩散和浓度分布。模型还能模拟管道中的泥沙传输-包括分组泥沙的淤积和冲刷。计算结果可以断面面积或底部摩阻系数的变化动态地反馈到水动力学计算中去。

生物过程模块与污染物传输模块联合工作，为描述多种化合物系统的反应过程提供了多种选择，包括有机物的分解、菌群的分解、空气和污水管网需氧量的氧交换等。

1.5.4 存在的问题

国外的许多研究都是倾向于对于排水管网的建模和计算中，集中于如何能够让模型计算的更加的准确，算法如何的好，计算的快。由此造成国外的许多软件所建立的模型需要大量的参数，但是对于中国的排水管网系统并不能一下子提供如此全面和大量的数据，不能马上应用于中国市政排水管网系统的大环境。因此，如何才能逐步的累积出一定量的数据建造模型，以及如何能够保持对排水 GIS 系统实时的维护就成了摆在我们中国排水界面前的问题。

1.6 本研究课题的来源及主要研究内容

课题来源于石景山市政地理信息管理的建设，主要研究内容是基于 GIS

的城市排水管网信息系统数据的标准化。主要针对在 GIS 系统中对排水系统进行建模的过程中可能会造成误差的因素,以及工作中不同部门工作内容交叉的部分进行标准化,在标准化的同时既要考虑到排水 GIS 系统架构问题,以便于能够在构架好的系统中进行更进一步的分析和规划操作,如管网分析、溢流分析以及决策分析等操作;还要考虑到管道平常维护和管理的日常工作问题,以便于把模型更新的工作和市政工程日常维护的工作结合起来,让排水管网的地理信息系统能够真正的融入到排水系统的工作中,提高办公的效率,以及能够对整个排水管网的管理和发展起到指导的作用。

本论文就这些问题作了初步的探讨,集中于数据的标准化研究。

- (1) 通过项目的实践,对城市排水管网地理信息系统的数据进行分类研究。
- (2) 通过项目的实践,对城市排水管网地理信息系统数据编码标准进行了研究。
- (3) 通过项目的实践,对城市排水管网地理信息系统图形显示及符号等标准化进行了研究。
- (4) 通过项目的实践,对城市排水管网地理信息系统数据处理标准进行了研究。

1.7 本章小结

经过本节的讨论,我们知道:由于 GIS 系统本身的特点以及一些不可避免的原因造成了当排水管网与地理信息系统相结合时需要进行结合本专业的功能开发,以及更新的机制。同时,在国外这方面的研究已经有了一个很好的数据基础,并且国外由于地广人稀和发展的相对成熟,管网的变化与正在处于高速发展的中国城市相比,具有相对稳定的特点,因此国外的软件并不能很好的同中国的管网管理与分析相结合。综上所述,结合我国现状,急需进行数据的标准化研究。

第2章 城市排水管网信息系统数据分类

数据模型以及数据的组织方式是地理信息系统的基础,它关系到整个系统的开发架构,以及系统的开放程度。而现在数据的存储以及处理等都基于数据库的技术,因此需要从排水地理信息系统的角度对数据库中表的结构以及数据库表之间的结构进行分析和选择。

2.1 数据意义分类

GIS 系统中按照数据的意义可以分为空间数据和属性数据^[9]。

2.1.1 空间数据

排水地理信息系统从根本上来讲描述的还是三维空间中的实体对象,因此,与空间对象相关的数据、描述空间对象的非空间数据以及影响空间对象和非空间数据的时间因素是地理信息系统的三个主要的信息数据类。空间对象相关的数据是地理信息系统的基本数据,有点对象、线对象、面对象等几种类型,用来描述空间对象如:建筑物、道路、雨水管道、污水管道等的位置、形状等信息。空间数据可以利用遥感技术获得并经过处理的遥感影响图和设计方做出的 CAD 文件等生成。地球上 85% 的数据可以归类为空间数据。空间数据具有空间性、基础性、非结构性特征。在空间数据的基础上建立的空间数据之间的拓扑关系用来表示现实空间中实体之间的联系,由此可以在地理信息系统中进行一定的空间分析^[11]。

2.1.2 属性数据

非空间数据在给排水的 GIS 系统中主要为属性数据,用于描述空间对象的其他相关信息,属性数据是该对象区别于其他对象的本质性的特征,如:排水管道的上游节点的管内底高、地面标高、埋深等等。

地理信息中的数据结构描述了空间对象在计算机中的逻辑关系和存储方式,其中空间数据是基础,属性数据依附与空间数据,而属性数据是该空间对象的“个性”。空间数据和属性数据通过唯一的 ID 号相互连接^[13]。

2.2 数据作用分类

按照数据的作用,地理信息系统中的地图数据又可分为基础地图数据和专题图数据。

2.2.1 底图数据库

基础地图数据通常又称为地理地图数据,其中只包含了图形数据和其它一些基础性的数据。专题图数据是地理信息中的主要数据,是在底图数据的基础上添加了许多专题属性信息。专题图数据是依附于地理底图数据的,而其所包含的信息却是可以不断的扩充,而且其信息量也直接影响着排水地理信息系统的功能开发^[14]。

2.2.2 专题图数据库

对于排水管网地理信息系统来说,专题图数据库中包括:管网 GIS 基础数据库、运行管理数据库、模型计算数据库、SCADA 数据库。

(1) 管网 GIS 基础数据库

管网 GIS 基础数据库中包括的是管网对象的空间数据和空间数据相关的属性数据,其中包括描述管网的一些基本的信息以及同其他专题数据库相连的字段等^[15]。

(2) 运行管理数据库

运行管理数据库是排水管网 GIS 系统平时运行和维护所使用的数据库,其中需要包括所有的有关行政的字段,其中包括所属部门、建成时间等。同时还需要有关于模型计算的数据字段,其中包括管道坡度、管内底标高等。运行管理数据库的功能是简化日常管理的工作,提高效率,同时还要能够起到模型维护的作用。

(3) 模型计算数据库

模型数据库是为了给排水管网的计算引擎提供计算的数据源并储存模型计算结果的数据库,因此其中的数据库字段需要符合排水引擎计算的要求。其中包括:断面的属性、服务区域等。

(4) SCADA 数据库

SCADA 是集成化的数据采集与监控系统(Supervisory Control and Data Acquisition);又称计算机的四遥技术,指遥测(Telemetering)、遥控(Telecontrol)、遥讯(Telesignal)、遥调(Teleadjusting)技术。近年来,随着计算机技术、自动控制技术和 GIS 技术等相关专业的发展和运用,SCADA 系统逐渐的应用到排水管

网的日常管理工作中去。通过建立管网模拟仿真系统、完善优化调度功能等工作，可以组成自动化控制的排水管网管理系统，取得很高的工作效率以及良好的经济效益和社会效益。SCADA 数据库就是 SCADA 系统所控制的数据而组成的数据库，其中包括：泵的状态、远传流量等。

2.3 本章小结

本章分别根据排水管网地理信息系统中数据意义和数据作用的不同对数据进行了分类。数据分类的作用有很多，最主要的作用就是对数据的分解与整合。通过不同的数据分类，可以在编写程序的时候很容易的提取出所需要的数据。如果对于数据分类的工作做得很有前瞻性，那么整个系统的开放程度就会很高，很容易面对日后的一些数据的改动。

第3章 城市排水管网信息系统数据编码标准

好的数据编码可以极大地提高工作的效率。对于程序也是一样，如果数据编码比较合理，无论是编写程序时，或者是程序运行时都会方便很多。

3.1 图层命名规则

(1) 命名的原则

图层的命名要能够针对图层对象的特点进行命名，首先图层是存储数据的一种格式，因此需要反映出数据的种类，需要表明图层中保存的是什么样的数据，是雨水管道、污水管道、道路还是一些附件等^[18]。作为地理信息中的图层，就需要表明数据的地域性，及什么地方的图层信息。同时地理信息数据有一个时效的问题，因为城市在不断的发展，无论是建筑物、道路还是地下管线等城市基础设施都会随着时间的推移而改变，所以需要在图层的名字中表明出图层数据的更新年月。作为地理信息系统中重要的一部分，测量学中重要的坐标系也是命名中不可或缺的内容，有的时候同一个地区的地理信息数据可能由于制作单位的不同等客观原因造成坐标系不同，造成对于现有数据不便最大化的集成。因此为了在以后方便更大范围的利用现有数据，需要在图层的命名中写入坐标系的信息。

(2) 图层名称编码

图层名称中需要表明五项主要的信息：图层内容、描述区域、更新时间、坐标系、提供单位。把这五项信息按照重要性进行排序，并使用“-”连接表明五项信息的字符串即成为该图层的名称，如下所示：

“图层内容”-“描述区域”-“更新时间”-“坐标系”-“提供单位”

图层内容，比如：排水管道；

描述区域，比如：北京市 XXX 区；

更新时间，比如：2007.5；

坐标系，比如：WGS84，或者北京 54；

提供单位，比如：XXX 公司；

于是该图层的名称为：排水管道-北京市 XXX 区-2007.5- WGS84- XXX 公司
由于各个信息段的内容长短不确定，因此字符数不确定。

3.2 工作空间编号规则：

(1) 命名原则

工作空间是数个图层的集合，因为有的工作空间需要有多个图层，而有的工作空间只有一两个图层，因此工作空间命名的标准化就需要指定出工作空间的名称以及每个工作空间所对应的图层名称。

(2) 工作空间命名

底图影像：区域边界+航拍图。

雨水专题图：汇水区域+等高线+雨水管道+雨水检查井+雨水支线+雨水篦子+雨水附件+建筑物+道路。

污水专题图：服务面积+排水管道+排水检查井+排水支线+排水附件+建筑物+道路。

市政管理专题图：街道+社区+网格+道路+雨水管道+雨水检查井+雨水支线+雨水篦子+雨水泵站+污水管道+污水检查井+污水支线+污水附件+建筑物+道路+文字标注。

3.3 检查井编号规则

检查井编号中包括对象的 ID 编号和井盖标识编号，它们在排水管网 GIS 系统中所起到的作用不同，因而其中包含的信息也不同。

3.3.1 对象 ID 编号

(1) 命名原则

检查井的 ID 编号需要有唯一性，同时还要为水力计算以及平时的日常管理工作提供方便^[19]。

(2) 编码命名

首先考虑到唯一性的关系，需要包含检查井的序号。为了能够判断井盖之间的相对位置，需要检查井坐标值的第 3、4 两位和检查井的类型（雨水检查井或者污水检查井）。

那么检查井的 ID 第 1 位为 1 或者 2，1 表示该井盖所在的井为雨水井，2 表示该井盖所在的井为污水井

检查井的 ID 第 2、3 两位是该检查井的 X 坐标的小数点左边两位数；
(WGS84)

检查井的 ID 第 4、5 两位是该检查井的 Y 坐标的小数点左边两位数；
(WGS84)

剩下的位数表明的是该检查井在数据库中的 ID 号（即第几条记录）；

取出坐标值小数点左边的两位数是方便了日常维护管理，现在当某个检查井出现损坏或者丢失的情况的时候，申报维修部门的时候通常都是用口述的形式

表达出来，这种方法能够大致的描述出出现问题的地点，有的情况下，因为周围环境的复杂性会造成维修人员寻找不方便。坐标值小数点左边的两位数可以让维修人员对于这个井位的信息精确到 1 米左右，通过 GPS 查找可以方便维修人员的定位工作。比如：检查井对象 ID 为 1235723 表示这是一个雨水检查井，23 为 X 坐标的小数点左边数的两位数，57 为 Y 坐标的小数点左边数的两位数，这个井数据在数据库中是第 23 条数据。

3.3.2 井盖标识编号

为了井盖的管理方便，需要在标识编号中表明井盖的详细信息。其中有地域信息、井型信息和数据库中的检查井的对象 ID 编号^[23]。

例如，在某个井盖中，通过编号要反映出如下信息：中国北京市西城区 3 号流域长椿街一个 PT02-Y08 的雨水井，该井在雨水检查井数据库中的 ID 号为 38，则该井盖的标识编号为 08611010203XXX38PT02-Y08。从左到右数字的意义依次为 086 是中国的区号，1101 表示北京的市区，02 表示西城区，3 表示为西城区的 3 号流域，XXX 表示长椿街的道路编号，38 为该井的数据库 ID 值，PT02-Y08 为选自 PT 图集的井型。

3.4 管线编号规则

管线的编号需要有唯一性，同时还要能表现出空间的拓扑关系，即上下游节点的连接关系^[24]。一共有 3 个信息段。分别为上游检查井号、下游节点号和管段类型（雨水、污水或者合流制）。

第 1 位数字表示雨水或者是污水，1 代表雨水，2 代表污水；

第 2、3、4、5 位表示上游节点号；

第 6、7、8、9 位表示下游节点号；

例如某条雨水管线，其上游节点的 ID 号为 1234，下游节点为 5678，那么它的管线对象 ID 号为 112345678。

3.5 本章小结

通过对特定对象进行特定的编码，可以通过编码表示出该对象的一些很常用的信息。这样不仅在日常的应用中可以很方便工作，同时在编程时可以通过编码获取一些需要的信息。通过对编码进行标准化可以统一工作方式，确定何种信息通过什么渠道获得。但同时也要注意，当数据更新的时候，相应的编码也需要更新。

第4章 城市排水管网信息系统数据图形符号标准

4.1 图例

地理信息系统可以称为是“动态的地图”，它具有很多种表现形式，比一般的地图所含的信息量丰富的多。但是，对于制图来讲，它一方面是一种艺术，另一方面也是一种公用符号，需要得到大家的认可。单纯的依靠计算机是无法制作让用户满意，并且能够方便使用的地理信息系统的电子图。它需要向用户传递信息，而且必须获得用户的认可。这也就是地图区别于其他图示模型的一个重要的特点，即它是采用每个专业特殊的和事先规定好的符号来反映本专业的对象，并表示他们的许多特征，比如位置、质量、数量等。各种专业符号的组合便构成了地图上的一个专业对象，多个专业对象的组合就形成了一张地图。因此，排水管网地理信息系统中有关给排水管网的图例使用所有相关专业的国家标准的图例^[25]。

4.2 颜色

4.2.1 街道、社区、网格

(1) 四色定理

任何一张地图只用四种颜色就能使具有共同边界的国家着上不同的颜色。用数学语言表示，即“将平面任意地细分为不相重迭的区域，每一个区域总可以用1, 2, 3, 4这四个数字之一来标记，而不会使相邻的两个区域得到相同的数字。1976年6月哈肯和阿佩尔，他们在美国伊利诺斯大学的两台不同的电子计算机上，用了1200个小时，作了100亿判断，完成了四色定理的证明。

根据四色定理，我们就可以分别用三组颜色，每组四中的颜色来确定不同的街道、社区和网格。

(2) 四种颜色的选择原则

基本选择暖色调，还有要协调同范围内容的其他颜色，作为底色能够突出其他内容的信息，同时要能够不与道路和管线的色调相接近。

社区中的四种颜色为：RGB (255, 220, 112)

RGB (216, 176, 255)

RGB (255, 176, 216)

RGB (255, 220, 80)

网格中的四种颜色为：RGB (232, 208, 255)

RGB (255, 255, 208)

RGB (176, 255, 216)

RGB (255, 176, 176)

4.2.2 管线系统

在排水系统的管网中需要突出的只有两种管线，雨水管线和污水管线。在排水管网系统图中需要同时显示这两种管线，因此，需要对这两种管线用比较分明的颜色系来表示。同时管线中还包括检查井，检查井的颜色也要和同类型的管线的颜色属于一个色系。

(1) 雨水管线

雨水管线需要在同一个颜色系中随着管径的变化而变化，能够通过颜色体现出管径的变化趋势。因此根据不同管径选择不同的颜色；同时由于雨水管线有方沟的关系，而方沟的尺寸是在一定范围内由设计方选择的，所以对于方沟而言需要对横断面进行阶段性的分类，一个阶段范围内的横断面积采用同一种颜色。

(2) 污水管线

污水管线也需要在另外一个颜色系中随着管径的变化而变化，能够通过颜色体现出管径的变化趋势。

(3) 检查井

检查井通过颜色分辨出雨水检查井或者是污水检查井既可，关于井盖大小的信息可以从属性查询中得知，不必为了井盖的大小而改变颜色，因为井盖本身的型号比较好，而且使用同一个色系的颜色，如果不是变化很大的话也无法用肉眼很清楚的获得井盖大小的信息。

雨水检查井颜色：RGB (255, 0, 0)

污水检查井颜色：RGB (0, 255, 255)

4.2.3 道路

道路层中有关于一般行政管理的普通道路层，还有用于精细化管理，表现日常对道路维护和保养工作，以及描述道路现状的精细化道路网格图。

(1) 普通道路层

普通道路层的颜色选择原则为需要能够突出道路中的管线对象，同时不能够与当前显示范围中显示的网格层、街道层、社区层的颜色类似。

在此原则下，选择普通道路层的颜色为：RGB (0, 0, 0)

(2) 精细化道路网格层

精细化道路网格层在一般情况下不会表现出颜色,当需要为道路作破损统计或者其他属性的统计的时候才会填充颜色。因此对于精细化网格层不需要考虑道路中的管线颜色,但是不能与当前显示范围的网格层、街道层、社区层的颜色相类似,以便于观察。

当作道路的破损统计的时候,精细化道路网格中对应的网格如果出现了道路破损的情况,则表现出一定的特殊样式填充,其余没有道路破损的网格对象没有样式填充。

当作道路的维修统计的时候,精细化道路网格中对应的网格如果有破损道路维修的情况,则表现出一定的特殊样式填充,其余没有破损道路维修的网格对象没有样式填充。

4.2.4 显示范围

由于一个工作空间中可能包含许多的图层,而如果在任何情况下都显示所有图层,这样会造成图形中数据很混乱,有可能分不清各个对象之间的关系。因此必须设置一个显示规则,即每个图层需要有一个显示范围,他们只能在固定的范围内显示出来。显示规则的制定原则是,要根据图层对象的用途和本身图层对象所要表达的空间对象所占的面积。例如,各个街道因为本身的空间对象所占的面积就很大,而且街道的对象只有在很大的范围内才需要看到,因此就不需要在视图范围很小的时候也能观察到,而管线对象则不同,需要在所有的时候都需要能够观察到,当视图的范围大的时候,可以观看管网的排水流域的划分;当视图的范围比较小的时候,可以分析某一条排水管线的走向和服务面积。

污水管道层:	无
雨水管道层:	无
网格层:	(0-500m)
街道层:	(0-1000m)
社区层:	(500-1000m)
雨水检查井层:	(0-500m)
雨水支线层:	(0-500m)
雨水篦子层:	(0-500m)
雨水泵站层:	无
污水检查井层:	(0-500m)
污水支线层:	(0-500m)
污水附件层:	(0-500m)
建筑物层:	(0-500m)

道路层： 无
文字标注层： (0-500m)

4.3 本章小结

城市排水管网信息系统图形符号标准主要是通过对显示的相关对象进行统一规定,从图形表达的信息方面达到一致性。主要是通过一些本行业共识的标志以及人们在工作中习惯性的共识方法来表示出各种图形对象,以及一些图像的显示规则。通过这样的工作,可以平稳的从过去的图纸以及 CAD 电子图纸向地理信息的电子地图过度,使得人们很容易接受新的管理以及设计方法。

第5章 城市排水管网信息系统数据处理标准

5.1 数据准备

5.1.1 设计数据库结构

设计数据库的结构时,首先需要确定数据库中所包含的大类信息。其中主要有两个大类的信息,一是关于管网管理的数据字段,二是关于管网水力计算的数据字段。

对于排水管网的水力计算字段来说,一方面是管网本身的情况及其各种系数,另一方面就是各个管段的集水区的信息。对于城市污水管网来说,集水区系数涉及到用户种类,变化系数等。而对于雨水管网来说,集水区中还要涉及到地表的各種信息,包括道路的基本信息、桥梁的基本信息、以及建筑的基本信息,如高度、占地面积等。

排水管网的管理信息字段就需要同市政系统日常对管网维护的工作流程紧密结合。而现状管网维护工作一方面是依照养护规范进行工作,另一方面会根据一些具体的情况进行调整。因此,管理方面的字段需要切实的深入到日常工作中进行需求调查才能得到^[26]。

根据以上的原则,并且经过了大量深入到用户的需求调查,把排水管网地理信息系统的数据库分为:道路基本属性表、道路维护属性表、道路养护记录、桥梁基本属性表、桥梁维护属性表、桥梁养护记录、排水管道基本属性表、管断面属性表、管道维护属性表、管道养护记录、管道计算属性表、排水检查井基本属性表、检查井维护属性表、检查井维护记录、排水区域出口基本属性、排水泵站基本属性表。

每个表的内容及其中字段信息如下:

道路基本属性表主要存储道路管理及日常的基本信息。

表 5-1 道路基本属性表

Table 5-1 Road basic property

字段	数据类型	描述
ID	int	记录数
编号	int	市政系统中的每条道路对应的编号
道路名称	char	道路的官方名称
起点	char	对于道路起点的描述
终点	char	对于道路终点的描述
长度	float	道路中线长度, 单位: 米, 保留小数 1 位
宽度	float	道路平均宽度, 单位: 米, 保留小数 1 位
路面面积	float	所占的面积, 单位: 平方米, 保留小数 1 位
建成时间	DATE	道路竣工时间
所属部门	char	市属或者区属或者无主或者其他
道路类型	char	道路的分类
道路分级	char	几级路
路面结构	char	路面的结构叙述
图纸编号	int	为了方便图纸的查找
照片		道路的照片

道路维护属性表存储的是维护时需要用到的字段。

表 5-2 道路维护属性表

Table 5-2 Road maintenance property

字段	数据类型	描述
编号	int	根据编号规则的编号
养护等级	int	道路养护的等级, 见道路养护规范
技术评价状况	char	对道路的评价叙述
交通量	char	交通流量的大小
养护记录数	int	养护的次数

道路养护记录是对维护工作的一种管理手段,记录维护的内容等相关的管理信息,以便日后检查。

表 5-3 道路养护记录表

Table 5-3 Road maintenance record

字段	数据类型	描述
编号	int	根据编号规则的编号
次数	int	养护的次数
养护类型	char	大修、小修等
养护时间	DATE	养护的时间
养护责任人	char	负责人姓名

桥梁基本属性表主要存储桥梁管理及日常的基本信息。

表 5-4 桥梁基本属性表

Table 5-4 Bridge basic property

字段	数据类型	描述
ID	int	当前记录行数
编号	int	根据编号规则的编号
桥名	char	名称
桥长	float	桥梁的长度,取自竣工资料,保留小数1位
桥宽	float	平均宽度,取自竣工资料,保留小数1位
位置	char	对位置的描述
建成时间	DATE	竣工时间
主体结构类型	char	对桥梁的结构描述
图纸编号	int	方便查找图纸
照片		桥梁的照片

桥梁维护属性表存储的是维护时需要用到的字段。

表 5-5 桥梁维护属性表

Table 5-5 Bridge maintenance property

字段	数据类型	描述
编号	int	根据编号规则的编号
养护等级	char	大修、小修等
技术评价状况	char	对桥梁现状的技术描述
交通量	char	交通量大小的描述
养护记录数	int	养护的次数

桥梁养护记录是对桥梁维护工作的一种管理手段,记录维护的内容等相关的管理信息,以便日后检查。

表 5-6 桥梁养护记录表

Table 5-6 Bridge maintenance record

字段	数据类型	描述
编号	int	根据编号规则的编号
次数	int	养护的次数
养护类型	char	大修、小修等
养护时间	DATE	养护的时间
养护责任人	char	负责人姓名

排水管道基本属性表主要存储道路管理及日常的基本信息。

表 5-7 排水管道基本属性表

Table 5-7 Pipeline system basic property

字段	数据类型	描述
ID	int	当前记录条数
编号	int	根据编号规则编写的编号
管类	int	1 代表雨水管道, 2 代表污水管道
管长	float	管道长度, 单位: 米, 保留小数 1 位
管材	char	砖混或者钢筋混凝土等
横断面面积	float	按平方米记, 保留小数 1 位
坡度	float	管道坡度, 以小数计, 保留小数 3 位
管断面	int	管断面属性表中的 ID
所属部门	char	市属或者区属或者无主或者其他
所在道路	char	所在道路名称
建成时间	DATE	竣工时间
上游管内底标高	float	管段起始点管内底标高, 保留小数 3 位
下游管内底标高	float	管段结束点管内底标高, 保留小数 3 位

管断面属性表中存储的是各种管道断面的参数。

表 5-8 管断面属性表

Table 5-8 Pipe cross section property

字段	数据类型	描述
ID	int	当前记录行数
断面形状	char	对断面形状的描述
参数 1	float	断面参数, 见 SWMM 手册, 米, 保留小数 3 位
参数 2	float	断面参数, 见 SWMM 手册, 米, 保留小数 3 位
参数 3	float	断面参数, 见 SWMM 手册, 米, 保留小数 3 位
参数 4	float	断面参数, 见 SWMM 手册, 米, 保留小数 3 位
并行数	Int	断面参数, 同时有几根并行的管道

管道维护属性表存储的是维护时需要用到的字段。

表 5-9 管道维护属性表

Table 5-9 Pipe maintenance property

字段	数据类型	描述
编号	int	根据编号规则的编号
流向	char	大致的流向描述, 东南向西北等
图纸编号	int	方便查找
养护质量等级	int	根据排水管网完好状况评定标准
养护记录数	int	养护的次数

管道养护记录是对维护工作的一种管理手段, 记录维护的内容等相关的管理信息, 以便日后检查。

表 5-10 管道养护记录表

Table 5-10 Pipe maintenance record

字段	数据类型	描述
编号	int	根据编号规则的编号
次数	int	养护的次数
养护类型	char	疏通、清淤等
养护时间	DATE	养护的时间
养护负责人	char	负责人姓名

管道计算属性表中存储的是有关水力计算的参数,主要是管道基本属性表中没有的字段。

表 5-11 管道计算属性表

Table 5-11 Pipe simulation property

字段	数据类型	描述
管类	int	1 代表雨水管道, 2 代表污水管道
编号	int	根据编号规则的编号
上游检查井编号	int	上游检查井的编号
下游检查井编号	int	下游检查井的编号
曼宁系数	float	水力学中的曼宁系数
上游偏离高度	float	详见 SWMM 手册, 米, 保留小数点后 3 位
下游偏离高度	float	详见 SWMM 手册, 米, 保留小数点后 3 位
计算初始流量	float	详见 SWMM 手册, L/s, 保留小数点后 2 位
服务区编号	int	服务面积的编号

排水检查井基本属性表主要存储排水检查井管理及日常的基本信息。

表 5-12 排水检查井基本属性表

Table 5-12 Inspection well basic property

字段	数据类型	描述
ID	int	当前记录的行数
编号	int	根据编号规则的编号
识别编码	int	根据编号规则的编号
井类	int	1 代表雨水管道, 2 代表污水管道
X 坐标	float	检查井中心的 X 坐标, 保留 2 位小数
Y 坐标	float	检查井中心的 Y 坐标, 保留 2 位小数
井型	char	井型的图集号
井直径	int	以毫米记, 井口的直径
井盖材料	char	材料的叙述
所属单位	char	市属或者区属或者无主或者其他
井盖标高	float	井盖中心点的地面标高, 米, 保留 3 位小数
井底标高	float	井底中心点的地面标高, 米, 保留 3 位小数

检查井维护属性表存储的是维护时需要用到的字段。

表 5-13 检查井维护属性表

Table 5-13 Inspection well maintenance property

字段	数据类型	描述
编号	int	根据编号规则的编号
使用状态	char	废弃或者良好或者破损
安装时间	DATE	最新的安装时间
图纸编号	int	方便查找图纸
维护记录数	int	维护的次数

检查井维护记录是对维护工作的一种管理手段，记录维护的内容等相关的管理信息，以便日后检查。

表 5-14 检查井维护记录表

Table 5-14 Inspection well maintenance record

字段	数据类型	描述
编号	int	根据编号规则的编号
次数	int	维护的次数
井盖损盗类型	int	1 代表破损，2 代表盗窃
井盖损盗时间	DATE	状况的发现时间
维护完成时间	DATE	完成时间
处理类型	char	对状况的处理描述
维护负责人	char	负责人姓名

排水区域出口基本属性，描述的是排水区域的排水出口的各种属性。

表 5-15 排水区域出口基本属性表

Table 5-15 Out let basic property

字段	数据类型	描述
ID	int	当前记录的行数
编号	int	根据编号规则的编号
所属部门	char	市属或者区属或者无主或者其他
排出口底标高	float	排出口的底面标高，米，保留3位小数
排出口类型	char	出水口或者是下游管段
防潮门	int	1 表示有，0 表示没有

排水泵站基本属性表包括泵站运行和水泵的各种参数，部分属于远传数据。

表 5-16 排水泵站基本属性表

Table 5-16 Pump basic property

字段	数据类型	描述
ID	int	当前记录的行数
名称	char	泵站的名称描述
曲线图		泵的功率曲线
状态	char	完好率等的描述
出口流量	float	泵出口处的流量，L/s，保留 2 位小数
起停状态	BOOL	表示泵工作与否

5.1.2 资料收集

资料收集的过程就是根据数据库结构定义，寻找能够填充数据库的资料的过程。一般的情况下，资料可以有：CAD 电子图纸资料、竣工图纸等资料、测量资料和文本资料。CAD 电子图纸资料、竣工图纸资料和测量资料主要是地理信息系统中空间对象的创建数据来源，其中也包括了与空间对象有关的对象实体属性，结合排水管网系统来说就是管材、管径等属性。文本资料主要是一些行政及统计记录等属性信息的来源，比如：产权、井盖盗窃统计、道路破损统计等的数
据，是从市政管理部门日常的行政和工作记录资料中获得的。

5.1.2.1 CAD 电子图纸资料

CAD 是指计算机辅助设计，是利用计算机辅助人们的各种设计的过程，随着计算机技术的发展和电脑的普及，CAD 技术广泛的应用于机械、建筑和产品
设计等方面，其中具有坐标参考系统，能够在其中描述和处理图形数据，也能够处理一定的属性数据。GIS 技术是在 CAD 系统的基础上发展起来的一门技术，因此 GIS 系统和 CAD 系统关系密切。在 GIS 系统和 CAD 系统中又很多相同的信息，其中包括坐标系、图形数据等。它们之间的区别在于使用目的不同，CAD 系统主要偏向与制图和设计表达，GIS 系统更强调能够分析和解决空间的问题。不同的使用目的使得 CAD 对于图形的编辑功能比较强，而 GIS 则是倾向于能够通过空间数据和属性数据进行一定的计算和分析，为人们某些问题的决策提供

分析和技术支持,主要表现为:具有更丰富的属性、空间对象之间的拓扑关系更强、海量数据。但正是由于 GIS 系统需要海量的数据作为支持,同时在制图和设计表达方面相对于 CAD 系统要稍弱,而且 CAD 广泛的应用与市政工程设计中,因此 CAD 系统势必成为 GIS 系统数据的重要来源,把 CAD 系统作为排水管网地理信息系统的数据来源可以大大缩短模型的建立时间。但由于 CAD 的电子版图纸没有法律效力,因此把 CAD 数据作为 GIS 数据来源需要确定数据的准确性。

5.1.2.2 竣工图纸资料

竣工图是能够反映工程最终状况,并加盖竣工图章,签字手续完善的图纸,它是随着工程的开展基本上同时间制作的。竣工图在原则上大部分要由施工单位进行组卷,结合具体情况,有的部分可以由业主单位制作,或者由设计院统一完成,需要由业主单位和施工单位协商解决。竣工图的制作依据是原设计图纸、变更设计文件及原设计图纸的电子文档,同时竣工图还要通过该项目的监理单位进行审核,而且只有加盖了竣工图章的图纸才能作为竣工图。一般情况下竣工图由业主单位保存。由此可见,竣工图是我国市政建设系统中,关于市政系统描述的最全面也是最具权威的资料,因为竣工图和竣工的资料是具有法律效力的。如果能够找到某些资料的 CAD 电子版,在保证真实性的基础上还是需要使用 CAD 电子版,因为可以方便于模型的建立。如果不能找到电子版,就需要找到竣工图,但一定要找到资料的最新的竣工图。比如,一条管段建成了以后,交付出一份竣工图,而随着时间的推移,可能会在这条管段中的某一段进行了改造。而原来的这份竣工图也就不能表示出管段的状态了,就一定要结合原有图纸和新建以及改造的图纸进行数据的收集工作。

5.1.2.3 测量资料

在对排水管网 GIS 系统收集数据的时候,有的时候由于资料管理的问题,造成资料的丢失;由于产权或管理权转移时,资料没有交接清楚,造成的资料不全问题;由于管道的年代比较久远,随着城市的发展,管道周围的建筑物变化非常大,甚至有的连地名都有可能产生变化,这样许多年前的竣工图无法准确的描述管道的确切位置。在以上的情况下,就需要对排水管网进行重新定位。

目前对于排水管网的定位,一般是通过竣工图等资料,这种信息比较粗略,并不能满足在 GIS 中排水管网建模的需求。使用电磁法测量地下管线不仅成本高,而且精度也难以保证。随着城市管网的迅速发展,由于线路长,并且不断的翻修、改建,因此对管线定位的提出了更高的要求,用常规手段难以满足高精度

的要求。于是使用 GPS 测量管网中检查井的坐标，并以此对管线进行定位的技术就逐渐融入了现代管网工程中。



图 5-1 GPS 卫星分布示意图

Figure 5-1 GPS satellite distributing

GPS 由 GPS 卫星星座(空间部分)、地面监控系统(地面控制部分)、GPS 信号接收机(用户设备部分) 三大子系统组成。GPS 定位的基本原理为交会法，通过三颗卫星的位置和接收器到它们的距离，可以确定接收器位于两点之一，然后排除一点不可能的位置来确定位置。也就是说，通过四颗卫星或四颗以上的卫星来对一点进行定位。

利用 GPS 定位排水管网检查井是一个多人多工时的系统工作，需要合理的对该工作进行分阶段的安排。

(1) 编号

由于城市中的检查井数量众多，因此为了避免测量中发生点号重复，必须在测量之前进行统一编号，同时需要把编号和井对应起来。

首先，在 CAD 图上把需要测量的检查井进行分区的统一编号。然后需要根据图纸进行管网调查，把每个井号标注在与之对应的实际井位处，在井盖的中心处标记出测量点，并在明显处做出提示性的标注，便于测量时查找。由于城市管网的建设先于其他市政设施，有些井的位置可能由于其他设施的建设而变得很难寻找，也有可能因为城市信息化建设的程度不够，图纸的更新程度没有达到与实际同步，因此在进行管网调查的时候，需要有一名负责当地施工的人员进行向导。

(2) 控制网的测量

控制网测量的原则是：从高级到低级，整体到局部。其主体的方法为：从地

区高精度已知点,建立局部测区的控制网。

需要注意的是,无论是对于大范围的管网测量,还是对于以后城市信息化的建设,控制网的测量都是不可或缺的。考虑到控制网要求的精度,因此控制点的选取需要远离变压器、高压电线电信天线等同时又相对空旷的地方。通视条件好,便于测量,点位要稳定,便于保护,设立永久标记。

在进行基准网点之间的几何图形配置,网中独立基线数目和相互连接方式的设计中,必须考虑基准点对施工控制点的有效控制,同时基准点之间又能相互检校,为了保证观测结果正确,需要 GPS 基准网具有良好的粗差检测和定位能力,研究表明,当 GPS 基线向量基准网中每个点发出的基线数目至少为三条时,网具有较好的可靠性。

(3) 检查井测量

大范围检查井测量的方法包括:GPS 静态测量、GPS 动态测量(RTK)、GTS(全站仪)测量。

由于电磁信号,以及建筑物遮挡对于 GPS 的影响比较大,而对于城市排水管网定位来讲这又是个不可避免的问题,所以需要结合各个方法的特点以及地区建筑分布的情况进行测量分区并对测量方法进行组合,合理的使用仪器、人员,并及时做好进度的统计。

需要结合各个测区的建筑物功能性,以及建筑特点进行方法的选择。那些新兴的开发区的建筑物之间的距离比较大,而且管线的位置距离建筑物也有一定的距离,无论基站信号或者卫星信号都很理想,可以使用 RTK 进行测量。

与此同时,使用静态 GPS 测量人口密度较大的居民区。接近居民区的管线复杂,建筑物比较稠密,而且变压器、电台发射塔等未知的因素太多,先使用静态 GPS 测量这个地区,把信号好的点测量好,同时也可以统计出哪些位置的卫星信号不好,在这个阶段可以适当的延长测量时间,把能测量的位置尽量都测好。那些无法使用静态 GPS 测量的位置等 RTK 结束了第一阶段的工作后由 RTK 进行试测,如果信号太差的检查井位置就得使用全占仪从外围的一个已知点位开始测量了。

测量区域与测量方法的选择与测量的效率有直接关系,合理的安排可以使仪器得到合理的使用,同时大大缩短测量时间。

测量分区后,就要进行在控制网的基础上进行碎部点(检查井)的测量。在相关工程人员的带领下,进行所有数据的各测区的实地测量。测量时为了减小点位误差,需要精确对中于测量点位(即在编号阶段画出的井盖中心点)。

通过检查井的位置测量来给管网定位是一种比较直接的方法,由于检查井便于寻找和辨识,因此可行性较高。

5.1.2.4 文本资料

文本资料的特点是分布比较分散、数据量比较大。

分布分散主要是两个方面。一是同类信息，可能存于不同的文件中。由于文本资料的制作大多与上级单位的审查以及相关的报表有关系，因此大多制作成为季度版、月版等，文件很分散。

二是对于某个对象的不同类信息可能由不同的部门保存。比如，道路竣工图中的说明等文件由一个单位保存，而每年的普查测量数据可能由另外的一个部门保存。

由于文本资料涉及到空间对象的很多属性信息，而属性信息的丰富程度决定了日后地理信息系统的可扩展程度以及能够完成的工作，因此需要从文本中获取大量的属性信息。

文本资料的收集也需要细致的工作，同时做好监督、审核的工作。

5.2 模型构建

在资料收集过程后的模型构建过程实际上就是把搜集到的资料集中起来，并在 GIS 系统中反应出来的过程，该过程分为两个部分，数据处理阶段和数据录入阶段。

5.2.1 数据处理

数据处理是数据录入的前过程，就是把数据处理成为能够被地理信息系统所接纳的数据形式。不同的数据来源获得的数据需要用不同的方法进行前处理。

5.2.1.1 CAD 数据处理

在 GIS 系统中对 CAD 文件中的信息主要集中于图形数据和部分的属性数据，由于 GIS 技术是在 CAD 系统的基础上发展起来的一门技术，因此两种数据之间的相互转换是相对比较容易的。这也就是为什么要尽量的获得现状管线的 CAD 电子版的竣工图的主要原因。CAD 对象的数据在导入 GIS 系统之后，就会成为 GIS 空间对象数据。然后再通过对图层表的操作，根据设计的数据库结构创建需要的属性字段，把数据库和空间对象关联起来即可。对于 CAD 数据的前处理主要集中于对 CAD 图的整理过程，其中包括对图层的整理和对图形对象的整理。

由于在设计的过程中，为了设计的方便，一张 CAD 图中有很多的图层，而对于排水管网的 GIS 系统来说，有些图层是不必分的很仔细的。为了能够突出重点的信息，需要把相关的许多图层合并成一个图层，这样可以方便导入时对数据的管理。

对图形对象的处理包括两个方面。其一是对不必要的图形进行删除，在 CAD 图中有的时候会有很多的杂乱图形，这些图形没有必要导入到排水管网的地理信息系统中，于是就可以在 CAD 图中将它们删除掉；其二是对某些图形对象进行分类，并处理。在 GIS 中二维系统中，空间对象包括点、线、面。在排水管网地理信息系统中，检查井需要用点来表示，管线要用线来表示，道路和建筑物以及一些街坊、网格、行政区的划分等需要用面来表示。而在 CAD 图中，检查井一般使用圆圈表示，道路使用双线表示，建筑物一般情况下也是用线来描绘的。这些数据都无法满足我们在地理信息系统中显示的需要。因此，需要把它们进行分类，然后在 CAD 图中改为用相对应的图形对象表示，在 GIS 系统中点、线的空间对象同 CAD 一样，GIS 系统中面就是 CAD 中封闭的区域。依照这个原则，把 CAD 中的图形对象改为需要的形式。

5.2.1.2 竣工图数据处理

竣工图数据是图纸的形式，需要经过很复杂的处理过程才能转换成地理信息系统中能使用的数据。其中需要广泛的使用的是数字化制图技术。

所谓的地图数字化就是当纸地图经过计算机图形图像系统光—电转换量化为点阵数字图像，经图像处理 and 曲线矢量化，或者直接进行手扶跟踪数字化后，生成可以为地理信息系统显示、修改、标注、漫游、计算、管理和打印的矢量地图数据文件，这种与纸地图相对应的计算机数据文件称为矢量化电子地图。这种地图工作时需要有应用软件和硬件系统的支撑。对矢量化地图的操作是以人机交互方式，通过 GIS 应用软件对硬件设备的控制来实现的。

数字化制图技术与地理信息系统是紧密连接在一起的。地理信息系统的建立在许多环节都需要应用数字化制图技术。在地理信息系统建立前的数据处理阶段，对于图形和文字等书面信息就需要数字化制图技术的相关方法进行处理。在地理信息系统的应用阶段，对于数据库的管理和数据更新也需要借助数字化制图的技术。数字化制图的过程主要是处理、生成数字信息，生成的数字信息包含了地理信息系统中需要的具体内容。当利用数字化制图技术生成了能够反应空间对象现状的地理信息系统中的电子图，就可以借助于 GIS 系统和数据库所提供的查询、分析等功能了。

通过已有图纸的数字化录入来获得空间数据是目前广泛采用的获得空间数

据的手段,也是非常耗费人力资源的工作。目前,通过已有图纸的数字化录入主要有两种方式,分别为手扶跟踪数字化和扫描矢量化。

结合竣工图纸来说,第一种手扶跟踪数字化,就是利用手扶跟踪数字化仪和竣工图纸输入点对象、线对象多边形的边界坐标,是一个手工“描图”的过程,是当前广泛采用的手段。

第二种方法是扫描矢量化。由于手扶跟踪数字化非常的耗费人力资源,已经成为了 GIS 系统通过图纸获得数据的瓶颈,随着扫描技术的出现,人们寻求通过扫描来录入空间对象数据。首先把大的竣工图分块扫描,然后进行相邻的图块拼接,拼接完成后利用矢量化软件对拼接成的图块进行处理,生成便于编辑处理的矢量地图,并参照竣工图进行相应的修改、标注等操作。这种方法需要有计算机的软硬件支持,同时,由于目前的技术还不是非常成熟,因此没有得到广泛的应用。

5.2.1.3 测量数据处理

(1) 数据导出

把 GPS 中存储的测量数据从 GPS 接收机中导出到计算机中,并存储成适用于数据处理的数据格式。在数据导出的过程中要对测量数据进行人为的筛选,通过导出数据记录的卫星信号和测量时间,把可能有问题的点号记录下来,并核实原因。

(2) 数据处理

通过 GPS 数据处理软件对测量数据进行处理,包括基线处理、环闭合差处理、平差处理,最后输出测点报告。

在进行平差计算的过程中如果因为个别点位的卫星信号不好而总是不能平差通过,那么可以处理一下所记录的卫星信号。如果在可以保证其他各点的基线数目的情况下,适当的删除个别的信号非常不好的点位也是可行的。然后记录下删除的点号,再通过别的方法进行日后的补测。当个个测区的点位数据处理好以后,将所有测区的数据进行拼接与合并。

(3) 数据校准

由于在城区中进行 GPS 测量所可能遇到的干扰或建筑物遮挡等问题造成某些测量结果的不确定性,或者因为人为原因造成点位错误等,因此需要对所有的测量点进行核查。首先把测量数据导入 CAD 图中,再把地图导入该图中,根据图纸进行对所有点位的核对。然后把有可能有问题的点标记出来,并把点号记录下来。依据挑选出来的点号和管网图纸对有问题的点位重新测量,随后重复数据处理的步骤,直至所有点位测量结果合格。

(4) 精度分析

根据测量学中的误差传播定理：

$$M = \pm\sqrt{M_1^2 + M_2^2}$$

其中， M 为水平中误差 M_1 为 GPS 测量水平中误差， M_2 为点位水平中误差。计算得出利用 GPS 测量排水检查井位置的水平中误差。

$$M_1 = \pm 2\text{cm}$$

$$M_2 = \pm 2\text{cm}$$

$$M = \pm\sqrt{2^2 + 2^2} = \pm 2.83\text{cm}$$
，满足排水管网建模的要求。

5.2.1.4 文本资料处理

对于复杂零碎的文本资料可以在地理信息的软件中在该图层中增加相应的字段，并直接进行输入，然后导入到数据库中。

对于有规律的大量电子版文本数据，可以首先集中起来做成一个文件，然后导入数据库中。这种方法需要对数据库的输入结果做检查，以防在导入数据库中思考不周而造成数据的混乱。

5.3 数据录入

数据的录入过程是在资料整理和数据处理的过程之后，进行的排水管网 GIS 平台搭建的过程。数据录入过程分为两个部分，空间数据的录入和属性数据的录入。

5.3.1 空间数据录入

空间数据的录入过程主要是把经过数据处理的图形资料输入到排水管网的 GIS 平台中。对于 CAD 文件中的空间对象，经过数据处理后导入到 GIS 平台中即可^[28]。

对于竣工图资料中的数据，如果使用手扶跟踪数字化的方式在 GIS 中进行录入，那么就无需进行其他的处理了；如果使用扫描、矢量化方法，则需要把生成的图形进行处理，然后导入到 GIS 系统中。

通过 GPS 系统定位管线，需要根据测量的检查井的坐标值在 GIS 中生成点对象，然后调整点样式，选择相应检查井的图例。随后按照图纸进行管线的绘制，

通过连接与图纸对应的点对象来进行管线的录入，相同的管线要在单独的层中，并根据图例进行线型、颜色、线宽的调整。

5.3.2 属性数据录入

属性数据的录入过程是按照设计好的数据库结构把对应于已经录入到地理信息系统中的空间数据的其他非空间数据录入到数据库中，其中包括一些文档信息、数据信息等。属性数据的录入也是一个繁琐的过程，但却是非常重要的一个步骤，关于 GIS 系统中可用的信息量、信息的丰富程度主要取决于属性数据的量。同时大量的数据录入要求不能出错，如果在录入属性数据的时候出错是不容易被察觉出来的，这会直接影响到模型的可靠性，以及分析结果的准确性。因此，需要把属性数据的录入过程进行详细的分配，任务分配确定到人，还需要有检查、核实的人，以此确保不能出错^[30]。

5.4 模型的维护和更新

由于空间对象本身就存在随着时间的变化而改变各种参数的特点，从而造成在地理信息系统中描述的对象具有空间、专题和时间上的不确定性。因此模型的维护和更新问题，是模型能否可持续使用的问题。其中包括空间信息的维护更新和属性信息的维护更新。

空间信息的维护更新是，当模型所描述的对象发生了空间上面的变化时需要进行的操作。结合市政系统和排水管网来说，例如，当某条道路进行了改造，在其中的某些地方进行了改道；或者新建某条管线，对某条管道进行了改造等等类似的变化都需要进行模型的空间信息的维护更新。空间信息的维护更新方法在资料收集和数据处理方面以及数据录入方面都和建立模型大部分相同，但一定要注意的是，模型空间信息的维护更新是关系到在模型中的其他空间对象的拓扑关系的，在更新维护数据的时候不能出现空间逻辑错误。

属性信息的维护更新是，模型所描述的对象发生了非空间的变化时需要进行的操作。例如，定期对管道进行的清淘就会使阻力系数有所变化，对于道路破路的维护会使得道路的平整度等属性发生变化。由于属性信息量非常的巨大，对于属性信息的维护需要非常的仔细和认真。需要制定更新的机制，由于工作量非常的巨大，需要分工详细，并做检查机制^[34]。

5.5 本章小结

本章主要叙述了在城市排水管网信息系统建立以及维护和更新时数据处理

的标准化过程。其中包括数据准备、资料收集、模型构建、数据录入和模型维护以及更新的标准化程序的讨论。主要针对我国目前现有资料状况以及现状可行的数据获取方法所制定的，其中有些方法属于通过实践证明可行的方法，比如利用 GPS 系统定位排水管网等。通过数据处理流程的标准化，会使得工作从一开始就目标明确，同时可以合理分工。

第6章 实例研究

市政设施是城市的基础设施,是保证城市人民生活,发展城市经济必不可少的前提条件,同时市政系统是一个十分复杂的、庞大的、多变量的、非线性的系统。石景山区市政管理所市政系统包括排水市政系统、公路、桥梁三大类,而每个大类中又包括很多不同的参数。这样复杂的系统以前一直沿用图纸、资料的人工管理方式,这种落后的管理方式越来越难以适应复杂的系统管理。随着计算机技术的发展,利用计算机来从事市政系统大量信息的管理和分析成为可能。

NETGIS 地理信息、管理和分析系统是北京工业大学市政工程市政系统系统研究室开发的,在地理信息平台上用于城市市政系统的信息管理、市政系统运行情况的模拟和分析、事故处理等的综合软件。

NETGIS 是北京工业大学给排水研究室自主开发的市政系统信息管理分析软件,其主要功能可分为地理信息管理、数据分析和控制调度等三部分。具有市政系统图形数据和属性数据的录入、编辑、修改、查询及打印等功能,是一个城市市政系统的专业地理信息系统;另外系统采用适合市政系统数据的拓扑结构和数据结构,可以实现对市政系统的模拟,可以实现市政系统的现状分析、事故分析和实时控制调度,是系统管理和分析的功能较齐全的软件包。

6.1 地理信息图形数据库的主要功能

可以录入各种图形信息,包括市政系统图形数据,也包括街道、建筑等地理信息数据。

对录入的图形可放大、缩小、漫游、分层显示,方便地编辑、修改,并能在图上直接拾取图元,支持鼠标编辑,数字化仪、鼠标输入。

系统支持 DXF 通用数据格式,可与 AUTOCAD 系统及其他地理信息系统互相交换数据。

地理信息系统图形库内建图层管理机制,其功能类似 AUTOCAD 系统。

录入计算机的图形可方便的进行所见即所得打印输出。

6.2 地理信息属性数据库的主要功能

市政系统属性数据库中包括市政系统设施的各种基本参数。

属性数据库支持多种数据库格式,可进行不同数据库格式的转换。

用户可自定义条件,进行数据正确性检验。

属性数据库支持功能强大的 SQL 语言，可进行复杂的查询检索，系统可以对高级用户开放，用户可对系统进行功能扩展。

属性数据库和图形数据库是一个相互关联的整体，用户查询的结果可方便的在图形上加亮显示。

属性数据库的内容、查询结果可实现所见即所得的报表打印输出。

6.3 电子地图

在甲方提供 1:5000~1:20000 石景山区地图、1:500~1:2000 地形图与市政系统竣工图资料和相关档案资料的基础上，采用正版地理信息平台 and 开发的专业软件，将石景山区市政系统地理信息录入到计算机，用地理信息平台进行表述，并将其与属性数据库关联。建立有市政系统的石景山区电子地图和可以及时更新与查询的专业地理信息系统。

6.4 事故分析系统软件

当市政系统中发生事故时，本系统可在短时间内提供事故现场的信息情况，打印出发生事故的构筑物的历史资料与信息，辅助分析事故原因。

6.5 标准化研究

通过对于需求的认识，并且基于制定好的标准化方法进行分工。分工的方法可以基于相对独立的工作系统，比如不同部门之间的工作；也可以基于工作性质，比如数据收集、编码工作等。本项目基于工作性质进行分工，把人员大体上分为两个组，在初期的时候一组人员进行用户的需求分析，另一组人员进行数据的收集工作，所有阶段性的成果都需要根据标准化研究成果进行所对应项的标准化处理。在中期的时候，一组人员需要进行程序代码的编写，另一组人员进行数据的整理和录入，编写程序的人员所读取数据的格式是根据标准化指定的数据格式，而数据整理和数据录入也是需要把数据按照标准化格式进行相应的处理。在后期的时候，一组人员进行程序的测试，另一组人员进行数据的全面的逻辑性检查。

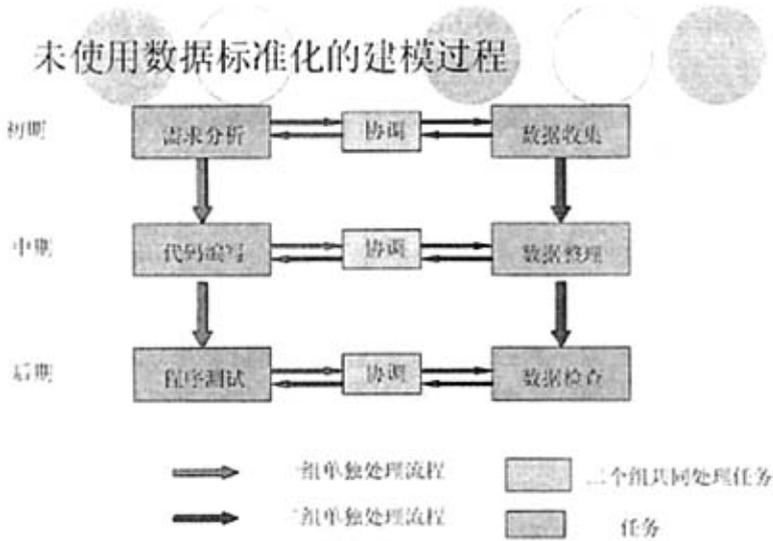


图 6-1 未使用标准化的工作流程

Figure 6-1 the process without standardization

在工作的初期，我们就是因为没有进行标准化的流程的规定，以至于两个小组之间的数据交互工作就需要组员进行很多的协调工作。经过总结，我们进行了数据格式和数据处理流程的标准化。

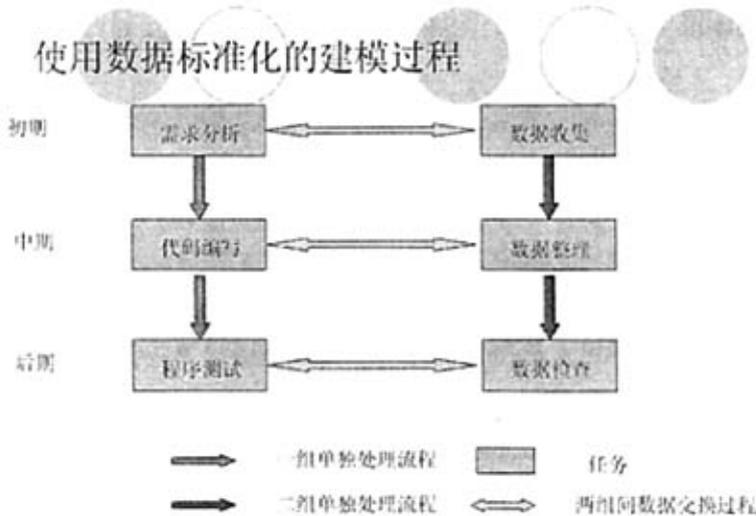


图 6-2 使用标准化的工作流程

Figure 6-2 the process with standardization

经过数据标准化的过程，就使得两个组之间相互协调得很好，组之间进行数

据的交互没有阻碍，非常有利于工作的顺利开展。

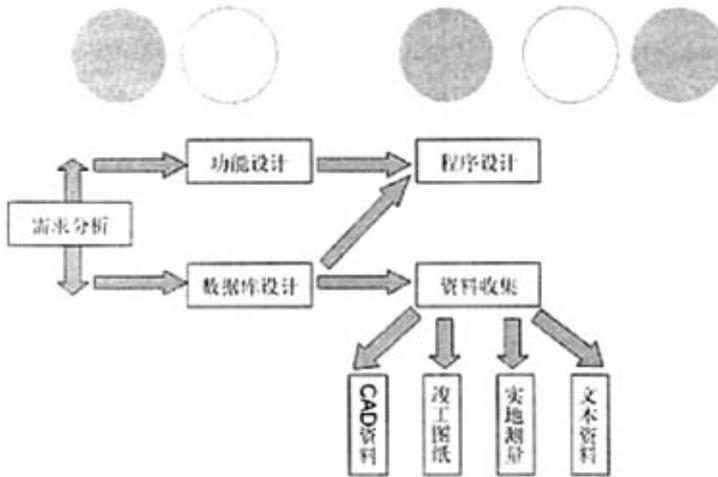


图 6-3 资料收集流程

Figure 6-3 the process of date collection

首先，进行需求分析，通过需求分析进行功能设计和数据库设计，通过功能设计结果和数据库设计结果进行程序设计，通过数据库设计的结果进行资料收集，其中包括 CAD 资料、竣工图纸、文本资料以及对于查找不到的管线资料就要进行实地测量。根据数据处理流程中的外业测量进行管线的测量，然后进入到测量数据处理流程。



图 6-4 GPS 数据导出

Figure 6-4 transmission from GPS

首先把数据从静态 GPS 中导出到计算机中，使用的是 GPS 专用的软件。

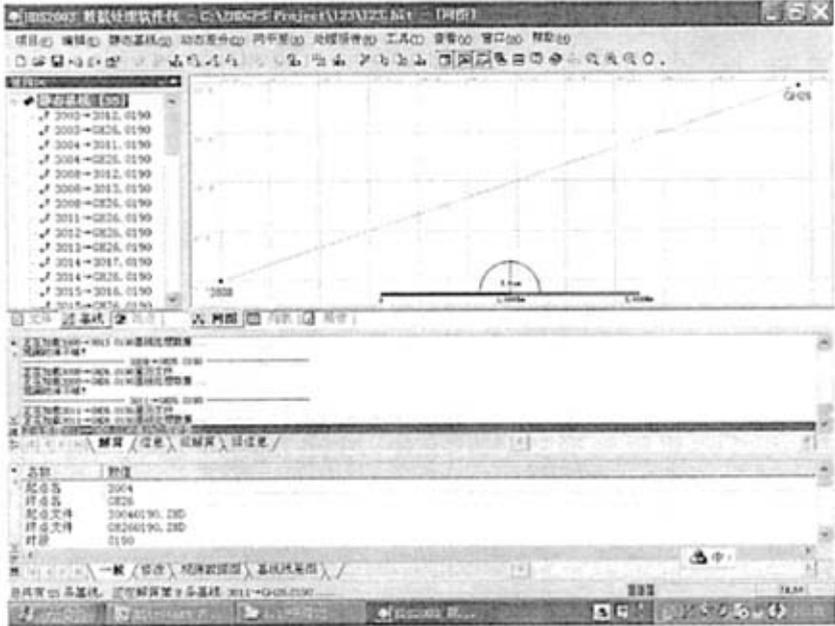


图 6-5 GPS 数据处理

Figure 6-5 process of GPS date

把数据导出后就可以利用数据处理软件进行数据的基线处理、平差处理以及闭合环差处理等。

当进行完数据处理后，需要把数据放样到 CAD 图中进行校核，因为有的时候 GPS 测量点会出现点位的莫名其妙的偏移。

把所有的数据都收集全，数据格式以及数据库都建立好了后，就可以同程序编写的组进行工作的合并，并完成最终软件。

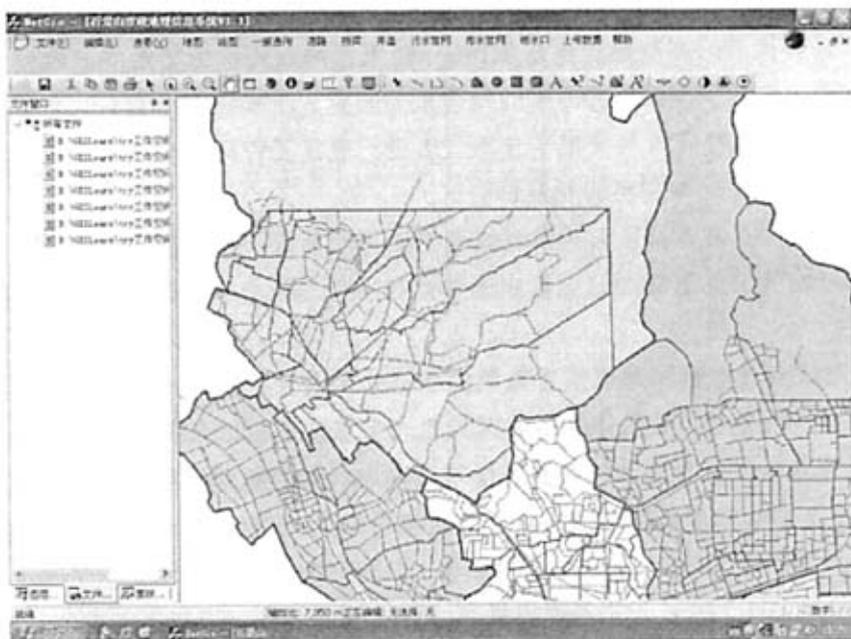


图 6-6 石景山区市政地理信息系统完成软件

Figure 6-6 The software of ShiJingShan municipal GIS system

6.6 本章小结

本章中结合石景山区市政管理所地理信息系统对基于 GIS 的排水管网标准化进行了实例化的阐述。主要通过需求方面所要实现的功能以及所需资料方面和分工流程进行了一定的说明。

结论

目前我国的城市建设正逐步加快,排水管网系统作为城市的基础性设施也处于发展很快的状态,随之而来的是大量的数据、图纸和管理资料。为了应对这种状况,使用地理信息系统来结合市政工程的日常工作,提高对排水系统的维护和管理,已经是一种主要的发展趋势。

该论文是在“石景山区市政地理信息管理系统”研究项目中所进行的有关排水管网地理信息系统建立过程中的数据标准化基础上完成的,取得了一定的研究成果。

一、对城市排水管网地理信息系统的数据分类进行了研究,进行了数据意义分类和数据作用分类。数据分类是数据同地理信息系统相结合的初步过程,也就是在地理信息系统的规则下对数据进行分类,为其他的数据标准化研究做了铺垫。

二、建立了城市排水管网信息系统数据编码标准。制定了一套命名及编码的规则,包括:图层命名规则、图层名称编码、工作空间编号规则、工作空间命名规则、检查井对象 ID 编号、井盖标识编号、管线编号规则。所指定的编码标准是经过实践总结,证明能够方便日常工作的。

三、建立了城市排水管网信息系统数据图形符号标准。在制定图形符号标准的时候既对相关标准图例有所考虑,同时也兼顾实用性,完成了对图例、颜色以及显示范围的初步标准化讨论。

四、建立了城市排水管网信息系统数据处理标准,其中从数据准备、模型构建、数据录入以及模型的维护和更新几方面对数据处理的流程进行了标准化制定,是经过深入实际项目中获得的经验总结。

五、结合石景山区市政地理信息管理系统完成了实例研究。主要从需求以及功能等方面并结合标准化方法对实例进行了分析,以及最终通过标准化方法完成的实例成果。

通过结合石景山区市政地理信息系统的搭建和维护过程而进行的有关城市排水管网信息系统数据标准的研究,充分的体会了数据标准化所带来的方便。

通过标准化的流程,在工作中可以事先很好的安排工作人员的分工问题。由于地理信息系统的建立需要有大量的数据作为支撑,而建立的过程中,数据的处理也占据了大量的人力。通过标准化的流程进行分工,每个人都很清楚自己的职责,相互的协调工作也就做的很好。

通过数据的标准化可以避免走很多的弯路。本文是对实际的工程工作的一种总结,是建立在失败与教训的基础之上。因此,通过标准化可以很好的对工作进行总结,并借此提高今后的工作效率。

而在进行数据标准化的过程中,也发现了排水管网地理信息系统进行数据标准化的一些需要进一步讨论的问题。主要问题集中于标准化的程度,换句话说,

也就是需要把工作的流程确定到何种详细程度。目前我国的市政管理系统的管理并不是非常的健全，经常会出现一些意想不到的情况。因此，在制定标准化的同时需要给具体实施的过程一定自由活动的空间，同时又不能影响到整个工作的协调开展与进行。

在使用 GIS 系统进行市政排水管网的管理逐渐成为主流的大前提下，排水管网数据的标准化也是势在必行。通过本文对标准化的讨论，希望对日后从事相关工作的人员以一定的帮助，同时也是抛砖引玉，可以让排水管网的数据标准化更加的全面和合理。

参考文献

- 1 张望军. 清远市给排水管网管理信息系统的开发建设. 给水排水, 2006
- 2 郭伦等. 地理信息系统. 北京: 科学出版社, 2001.
- 3 蓝运超等. 城市信息系统. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1999
- 4 潘正风等. 大比例尺数字测图. 北京: 测绘出版社, 1996
- 5 潘正风. 城市地图数字化和地理信息系统, 测绘通报, 1999
- 6 毋河海. 地图数据库. 北京: 地图出版社, 1991
- 7 吴立新, 史文中. 地理信息系统原理与算法. 北京: 科学出版社, 2003
- 8 龚建雅. 地理信息系统基础. 北京: 科学出版社, 2001
- 9 吴信才, 曹志月. 时态 GIS 的基本概念、功能及其实现方法. 中国地质大学学报, 2002, 3: 3~4
- 10 孙建军, 邵美珍, 肖永隆. 超文本超媒体系统的概念、现状和发展. 电子技术, 1999(8): 6~8
- 11 陈军. GIS 空间数据模型的基本问题和学术前沿. 地理学报, 1995, 50(增刊): 24--J33
- 12 蒋成环. 电子地图集的超目录结构模式研究. 武汉大学资源与环境学院, 2005
- 13 李满春, 任建武, 陈刚等. GIS 设计与实现. 北京: 科学出版社, 2003
- 14 张力, 耿为民, 刘遂庆. 地理信息系统在排水系统管理中的应用. 城市道路与防洪, 2002, (1): 66~69
- 15 周玉文, 张忠秀, 李阳, 等. 沈阳市市政排水设施档案管理系统. 给水排水, 1997, 23(5): 19~20
- 16 黄宇阳, 许仕荣. 给排水管网图形信息系统的研究. 给水排水, 1998, 24(10): 36~39
- 17 廖敏辉, 吴玉琴, 张钺, 广州市供水管网地理信息系统的开发与应用. 给水排水, 2002, 28(10): 81~84
- 18 姜永发, 张海涛, 普巧玲, 等. ComGIS 技术开发排水管网信息系统. 中国给水排水, 2004, 20(2): 12~15
- 19 孙慧修, 顾夏声, 郝以琼, 等. 排水工程(上册). 北京: 中国建筑工业出版社, 1999
- 20 北京大学城市与环境学系. 中国土地勘测规划院土地利用所. 城市土地集约利用潜力评价方法与指标体系设计, 2000. 32 - 46
- 21 倪绍祥. 土地类型与土地评价概论. 北京: 高等教育出版社, 1999, 135 - 170
- 22 姚娜. GISMapinfo 与 MapBasic 学习教程. 北京: 北京大学出版社, 2000
- 23 阎正, 蒋景等. 《城市地理信息系统标准化指南》, 科学出版社, 1998
- 24 蒋景, 何建邦等. 《地理信息国际标准手册》, 中国标准出版社, 2004
- 25 《首都信息化标准化指南》和《首都信息化标准体系》, 中国标准出版社, 2001
- 26 建设部科技司, “十五”国家攻关计划“城市规划、建设、管理与服务的数字化工程”项目有关课题的验收资料, 2005

- 27 建设综合勘察研究设计院等. 国家高技术研究发展计划(863 计划) “数字城市空间信息管理和服务系统及应用示范” 课题验收报告, 2005
- 28 Richard Green. GIS-Based Approach To Sewer System Design , Journal of SurveyingEngineering, 1999
- 29 B.J.Lee,R.J.O.Glover. Evaluation of the Impact of Different Sewage Treatment Processes on Shellfishery Pollution Using a Geographic Information System(GIS) , Wat.Sci.Tech,1998,38(12):15-22
- 30 Agbenowosi, N. (1995), "GIS based optimal design of sewer networks and pump stations," MS thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Va., 199
- 31 ARC/INFO version 6.1. (1992). Environmental Systems Research Institute, Redlands, Calif
- Charalambous, C., and Elimam, A. A. (1997). "Heuristic design of sewer networks."J. Envir. Engrg. Div., ASCE, 116(3), 1181-1199
- 32 Dajani, J. S., Hasit, Y., and McCullers, S. (1977). "Mathematical programming in sewer network design." Engrg. Optimization, (3), 27-35
- 33 Manual of Engineering Practice, No. 37. (1970). "Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers." ASCE, New York
- 34 "GIS leads to more efficient route planning." (1993). Oil and Gas J., 91(17), 81
- 35 Gray, D. D., Pacheco, M. A., Coffman, R. L., and Quaranta, J. D. (1992). "Gravity sewer design program version 3.0 M: User's guide." West Virginia University, Morgantown, W.Va
- 36 Lui, G., and Matthew, R. G. S. (1990). "New approach for optimization of urban drainage systems."J. Envir. Engrg., ASCE, 116(5), 927-944.
- 37 Orth, H., Nandy, B., and Rabbani, W. I. (1984). "Design of urban drainage networks by a combined dynamic programming and branch-and-bound approach." Proc., 3rd Int. Conf. on Urban Drain., Chalmers University, Göteborg, Sweden, 655-664
- 38 Przybyla, J., and Kiesler, C. L. (1991). "Extending GIS capabilities for enhanced sewer system modeling." Proc., Conf., Civil Engineering Applications of Remote Sensing and Geographic Information Systems, ASCE, New York, 105-114
- 39 Tchobanoglous, G. (1981). Wastewater engineering: Collection and pumping of wastewater. McGraw-Hill, New York
- 40 Tekeli, S., and Belkaya, H. (1986). "Computerized layout generation for sanitary sewers."J. Water Resour. Plng. and Mgmt., ASCE, 112(4), 500-515.
- 41 Walters, G. A. (1985). "The design of the optimal layout for a sewer network." Engrg. Optimization, (9), 37-50
- 42 Chapman, L. and J.H. Thornes 2003. Geomatics inspire Winter Maintenance Revolution. APWA Reporter, American Public Works Association, Kansas City, MO, Sep

43 Chivers, M. 2003. Differential GPS explained. ArcUser, Jan-Mar, 2003

44 Zhao, F. and H. Elbadrawi 1997. Time dimension in GIS. Computing in Civil Engineering: Proceedings of the Fourth Congress held in Conjunction with A/E/C Systems '97, Philadelphia

45 Coate, J. 2003. Water main shutdown application prevents costly mistakes. ArcUser, Jan-Mar, ESRI, Redlands, CA

攻读硕士学位期间所发表的学术论文

- 1 周玉文, 冯润, 邓洪亮. GPS 测量城市给水管网探讨. 落实贯彻供水行业 2010 年技术进步发展规划研讨会论文集. 2006, 363-365

致谢

本文是在导师周玉文教授的悉心指导下完成的。周老师在每一个环节都给与我悉心的指导，在此，我谨向周老师表示衷心的感谢！

在三年的研究生学习生活中，周老师以及曹丽虹老师无论在学习方面还是生活方面都对我关心有加，再次谢谢两位老师的关怀。

感谢市政学科部的老师在研究生期间对我的关怀和教导，谢谢老师们。

本论文是基于石景山项目，关于基础数据的收集工作得到了石景山区市政管委以及市政所的大力支持，在此对两个单位的领导的大力支持以及帮助我、为我提供数据的师傅们表示感谢。

感谢在实验室给予我诸多帮助的谢善斌、汪明明、刁克功、王磊、刘越、张新、沈宏观、王峰、陶贤成、张红旗、王新庆，谢谢大家。

感谢市政 04 级硕士班的全体同学们。

感谢我的家人和所有关心我，给予我帮助的人。

冯润

2006年5月10日于北工大