

# 基于 AutoCAD 的给水管网水力计算模型研究

杨 斌, 俞国平

(同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200092)

摘 要: 基于 AutoCAD 平台, 利用 Visual LISP 语言作为二次开发工具进行管网水力计算模型的开发, 对给水管网进行水力计算, 并分析显示计算结果。

关键词: AutoCAD; 给水管网; 水力模型; Visual LISP

中图分类号: TU991.32 文献标识码: A 文章编号: 1672-0679(2008)02-0042-04

城市给水管网系统是城市的命脉。随着城市的发展, 管网不断延伸, 形成了一个结构复杂、规模庞大、用水随机性大的网络系统。要想对其实现科学管理, 必须对管网系统进行水力计算和分析, 以期获取管网运行工况数据。给水管网的水力计算是进行管网系统模拟和各种工况分析的基础, 也是加强给水管网系统管理, 施行优化运行的基础<sup>[1,2]</sup>。

目前在国内外已有一些给水工程软件, 这些软件大部分都是以 AutoDesk 公司的 AutoCAD 为操作平台。AutoCAD 提供的编程接口有 ADS、ObjectARX、VBA、Visual LISP、ActiveX 等。其中 LISP 作为一种编程语言, 其图形处理功能强大, 几乎能调用 CAD 所有的内部命令, 可以方便地在计算、绘图之间进行切换; 具有访问图形数据库的所有方式, 并能够通过与其他语言或方法的结合, 实现复杂的 AutoCAD 操作<sup>[3]</sup>。

本文采用 Visual LISP 作为二次开发工具进行管网水力计算模型的开发。该模型是集给水管网的信息数据处理及平差计算、水力计算结果的显示和查询于一体的综合程序系统。

## 1 模型结构及各模块功能

给水管网水力计算模型的结构见图 1, 主要包括五大功能模块。

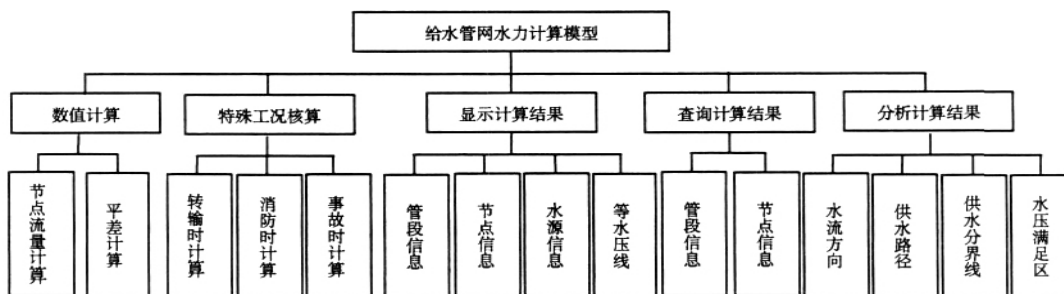


图 1 给水管网水力计算结构框图

### 1.1 给水管网的数值计算

在水力计算模型前期工作准备好后, 该模块可进行给水管网数值方面的计算: (1) 节点流量计算。采用用户用水量、无计量用水、管网漏水量均匀分布在干管上, 大用户用水量直接加到附近节点上的简化方法来计算管网的节点流量, 较为准确地反映了管网实际流量分布状况; (2) 平差计算。采取节点水压法, 用平方根法求解线性方程, 可介入步长因子 对牛顿迭代公式进行改进。

### 1.2 特殊工况的校核

该模块包括事故时计算、消防时计算、转输时计算。可对这 3 种特殊的工况进行计算分析, 以此来检验

[收稿日期] 2008-04-11

[作者简介] 杨 斌(1980-), 男, 安徽宿州人, 博士研究生。

管网是否能满足这些特殊用水工况下各用水点的最低用水要求。

### 1.3 显示计算结果

该模块可在水力计算结束后对管网进行自动标注和显示计算结果。其中包括: 管段信息(管长、管径、管段流量、管段流速、管段损失); 节点信息(节点自由水压、地面标高、节点流量); 水源信息(各水源的供水量、供水压力)以及对管网进行等压线的绘制。

### 1.4 查询计算结果

该模块提供了两种方式对管网的计算结果和管网的图形信息进行查询, 以对话框的形式显示查询结果。灵活的查询使管理更加直观、更加简单。查询的内容包括: 管段信息(管长、管径、管材、管段号、管段的上下游节点坐标、流量、流速、水头损失); 节点信息(节点号、节点坐标、绝对水压、自由水压、所需水压、流量、地面标高、埋深)。

### 1.5 分析计算结果

利用管网计算结果, 可对管网运行工况作进一步的分析, 以便更进一步深入、具体的了解管网运行情况, 供管理者分析。包括: 水流方向、供水路径、供水分界线、水压满足区等。

## 2 模型开发的技术要点

### 2.1 图形编号及数据提取功能

系统中管网图形全部用直线(Line)来绘制, 方便访问其底层数据库。程序首先用 `SsGet` 函数建立一个包含管网所有管段的选择集, 用 `SsLength` 函数得到管段的数目。然后用 `Repeat` 函数循环依次得到各个管段的图元名, 同时使用 `EntGet` 函数得到各个图元的属性, 利用 `ActiveX` 或者组码得到想要的图元属性, 可以很方便的得到各个管段的信息, 包括端点坐标、管段角度、管段长度等。在此基础上通过使用 `Command` 函数调用 AutoCAD 的 `TEXT` 命令对管段和节点进行编号和标注操作, 结果显示在管网图形中。

### 2.2 管网拓扑关系的提取

系统可自动搜索、提取管网的拓扑关系<sup>[4]</sup>。其中管网关联矩阵的搜索过程是用 `Repeat` 函数先遍历节点集合中的每一个节点, 然后搜索与每个节点相连接的管段集合。判定节点是相关管段的起点(DXF 码 10)还是终点(DXF 码 11)。当是起点时对应的  $a_i$  取 -1, 如果是直线的终点则  $a_i$  为 1。其中的管段集合是指所有以此节点为端点的直线的选择集, 搜索的方法是遍历所有计算管段选择集中的实体和图形中所有直线的选择集相对照, 得到以此节点为端点的所有管段的各自管段号。节点号和管段号组合成管段集合。

### 2.3 平差计算中泵站水源的处理

文献[2]中指出, 对于多水源包括泵站水源和高地水池(水塔)在内。常对泵站水源进行简单的等价化处理——将泵站转化成一个“当量水塔”和一条“当量出水管”。此法很好地处理了泵站水源的问题, 但是相应的在管网图上管网的节点数和管段数都会增加, 而且“当量水塔”的位置也要放到最后编号, 增加了编号的限制条件, 灵活度有所降低。

本系统对泵站水源的处理做了一些改进, 改进后不会增加管网图形上的节点和管段数量, 管网的拓扑关系也不会产生变化。具体的处理方法是: 事先在拟定各节点初始水压时也同时拟定泵站水源节点的出水水压。在对泵站水源点进行节点流量闭合差的校核时, 在水源点处加入一个流量, 此流量的值同“当量出水管”的流量值。在计算 `Jacobi` 矩阵  $J^{(k)}$  时, 在相应的位置处加上一个元素, 元素值的求法为:  $0.5[(H_X - H)S_X]^{0.5}$ 。经过处理后再进行线性方程的求解。

### 2.4 查询计算结果功能

查询是图形与数据之间的双向访问过程。需要对图形数据建立其对应的属性数据库来存储相关的数据, 使图形和属性数据两者有机结合起来。本系统利用扩展实体数据<sup>[5]</sup>和图形词典在 AutoCAD 中建立数据库, 实现属性数据的查询。

程序的实现: 获得数据后建立非图形数据库。使用扩展实体数据将非图形数据追加到指定的对象中作为对象的扩展数据, 使用图形词典给整个或某个图形添加非图形数据。查询的过程就是通过图形对象提取

这些非图形数据的过程, 程序以对话框的形式显示查询结果<sup>[6]</sup>。

### 3 模型的应用举例

采用本模型对某市给水管网进行计算: 给水管网由 15 个节点(包括 3 个水源点), 20 个管段组成。由两泵站和一水塔供水, 水塔处地面标高 49.00 m, 水塔高度 25.00 m。即水塔的水位 74.00 m。西水厂运行 2 台 14SA-10B 型水泵, 东水厂运行 1 台 14SA-10B 型水泵, 14SA-10B 型离心泵的特性方程为:  $H_p=59-0.000117Q^2$ 。西水厂吸水井水位为 33.00 m, 东水厂吸水井水位为 30.00 m, 全城地形平坦地面标高按 40.00 m 计。最高日用水量为 50 000 m<sup>3</sup>/d。最高时用水量占最高日用水量的 5.92%, 即 822 L/s。允许最小服务水头为 24 m。各节点的节点流量、管段长度等原始数据图中已标出, 计算和标注结果如图 2 所示。调用查询信息模块可查看此时各个管段和节点的信息, 节点信息查询结果图如图 3 所示。

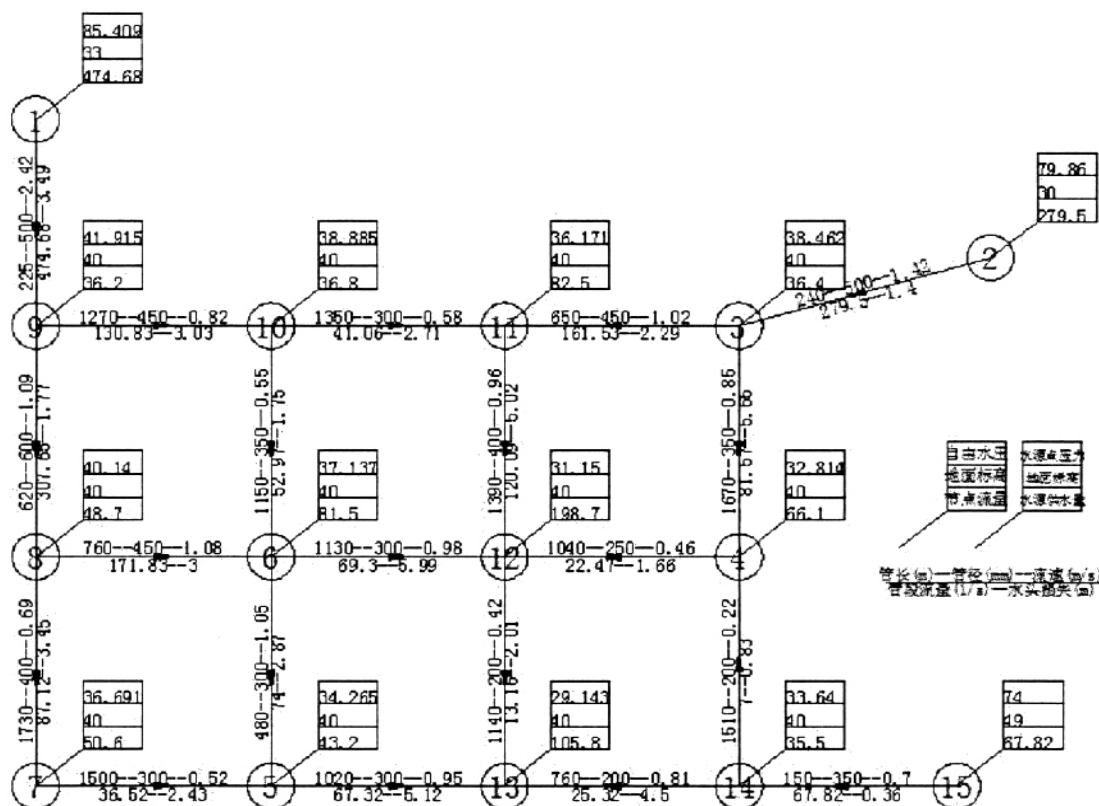


图 2 计算结果图

### 4 结语

基于 AutoCAD 平台, 利用 Visual LISP 语言作为二次开发工具开发的管网水力计算模型, 是集给水管网的信息数据处理及平差计算、水力计算结果的显示和查询于一体的综合程序系统。通过使用该模型可对城市给水管网进行管网水力平差计算, 并在此基础上有效地进行供水管网的水力计算分析, 显示计算结果。通过 AutoCAD 自身的图形数据库功能实现了管网信息的查询, 使管理更加直观、更加简单。

本文通过管网计算分析系统的开发和研究, 对管网的水力计算方法和软件的设计方法等方面作了一些有益的



图 3 节点信息查询结果图

探索, 为计算机在给排水工程中的应用开阔了思路。

#### 参考文献:

- [1] 赵洪宾. 给水管网系统理论与分析[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [2] 许仕荣, 邱振华. 给水管网的计算理论与电算应用[M]. 长沙: 湖南大学出版社, 1997.
- [3] 陈伯雄, 冯伟. Visual Lisp 程序设计——技巧与范例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002.
- [4] 屈永华, 梁向春, 高伟杰. 创建给水管网拓扑关系[J]. 工程设计 CAD 与智能建筑, 2001, (4): 33- 35.
- [5] 王荣和, 顾国维. 扩展实体数据在给排水工程 CAD 中的应用[J]. 化工给排水设计, 1998, (4): 51- 54.
- [6] 邵剑平. DCL 对话框设计与应用的研究[J]. 机械制造与自动化, 2005, 34(6): 122- 123.

## The Hydraulic Calculation Model of Water Supply Network Based on AutoCAD

YANG Bin, YU Guo-ping

(School of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Based on AutoCAD platform, this paper develops a hydraulic calculation model of urban water supply network by using Visual LISP. The paper presents the hydraulic calculation and analyses the result of the calculation.

Key words: AutoCAD; water supply network; hydraulic model; Visual LISP

\*\*\*\*\*

(上接第 41 页)

## Determination of Aniline Compounds in Waste Water by Purge & Trap- gas Chromatography/Mass Spectrometry

ZHANG Lei, YANG Guang-guan, ZHANG Zhan-en

(Provincial Key Laboratory of Environmental Science and Engineering, Jiangsu, USTS, Suzhou 215011, China)

Abstract: The purge & trap and gas chromatography with mass selected detector is adopted to determine aniline compounds in waste water. When the sample solution (5.0 mL, pH=8.0) was purged at 50 for 30 minutes, the detection limit of aniline, m- toluidine, o- toluidine, and N, N- dimethyl aniline were 0.001 mg/L, 0.001 mg/L, 0.000 1 mg/L and 0.000 5 mg/L, respectively. Relative standard deviation for wastewater measurement was lower than 4.26%, and recoveries were in a range of 94.4% to 98.6%.

Key words: purge & trap; GC/MS; aniline compounds; wastewater