分类号：TV14　　学号：1209800077

U D C：627　　密级：无

河海大學

硕士学位论文

河网地区水力水质特性的组合单元解法及反问题的研究

张中国

指导教师姓名: 李长江　教授　硕导

河海大学水利水电学院

申请学位级别：工学硕士　专业名称：水力学及河流动力学

论文提交日期：2015 年 7 月 6 日　论文答辩日期：2015 年 9 月 30 日

学位授予单位和日期：河 海 大 学　2015 年 12 月 30 日

答辩委员会主席：王继承　答辩委员会成员：王继承、李生柱、徐鹏飞、陈 诚、吴树人

2015 年 12 月　中 国 · 南 京

中缝（书脊）

河网地区水力水质特性的组合单元解法及反问题的研究

张中国

河海大学

分类号(中图法) TV14 UDC(DDC) 627 密级 无

论文作者姓名 张中国 学号 1209800077 单位 河海大学

论文中文题名 河网地区水力水质特性的组合单元解法及反问题的研究

论文中文副题名 无

论文英文题名 Combined Cells Model of Hydraulics and Water Quality of River Networks and Its Reverse Problem

论文英文副题名 无

论文语种 汉语 论文摘要语种 汉、英 论文页数 80 论文字数 6.6(万)

论文主题词 河网、力特征、水质特性、污染面、联合解法

申请学位级别 工学硕士 专业名称 水力学及河流动力学

研究方向 工程水力学及环境水力学

指导教师姓名 李长江 教授 导师单位 河海大学水利水电学院

论文答辩日期 2015 年 9 月 30 日

Combined Cells Model of Hydraulics and Water Quality of River Networks and its Reverse Problem

Dissertation Submitted to

HoHai University

In Fulfillment of the Requirement

For the Degree of

Master of Engineering

By

Zhang Zhongguo

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering)

Dissertation Supervisor: Professor Li Changjiang

Nanjing, P. R. China

September, 2015

学位论文独创性声明：

本人所呈交的学位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。与我一同工作的同事对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。如不实，本人负全部责任。

论文作者(签名)：_____ 年 月 日

学位论文使用授权说明

河海大学、中国科学技术信息研究所、国家图书馆、中国学术期刊(光盘版)电子杂志社有权保留本人所送交学位论文的复印件或电子文档，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。本人电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。除在保密期内的保密论文外，允许论文被查阅和借阅。论文全部或部分内容的公布(包括刊登)授权河海大学研究生院办理。

论文作者(签名)：_____ 年 月 日

指导老师(签名)：_____ 年 月 日

摘要

本文首次提出并建立了诸如组合单元水力计算正问题、组合单元水质 正问题、水量模型参数反问题、水质边界条件及污染源项反问题等系列成果。主要内容如下：

……

……

关键词：河网；力特征；水质特性；污染面；联合解法

ABSTRACT

This paper makes more systematic and deeper studies on numerical simulations of hydraulics and water quality features of river networks. As a result, a series of achievements such as combined cells model of hydraulics, combined cells model of water quality, roughness parameter reverse problem, waste load reverse problem and simulation of hydraulics boundary condition have been put forward for the first time. The details are as follows:

……

……

Keywords: River network; Force characteristics; Water quality characteristics; Pollution surface; Joint solution

目录

第一章 绪论 1

1.1 河网水力及水质特性数值模拟研究的意义 1

1.2 河网水力及水质特性数值模拟研究综述 1

1.3 技术路线和研究内容 15

……

……

参考文献 175

致谢 185

附录 186

第一章 绪论

1.1 河网水力及水质特性数值模拟研究的意义

随着近年来工农业生产的迅猛发展，在河网地区，水资源的供给与需求、环境质量与经济发展这两对矛盾日益突出[1]。环境质量的日趋恶化将愈来愈威胁着区域经济的健康发展，环境治理已成为亟待解决的重大课题[2]。……

……

……

1.2 河网水力及水质特性数值模拟研究综述

1.2.1 水力模拟研究综述

河网非恒定流的水力特性模拟研究是水利、航运及环保等部门经常进行的工作[3]。由于河网区域范围广大，因此只能采用数值方法进行模拟。……

……

……

1.2.1.1 水力数值模拟方法研究

按控制方程及对河网处理方式的不同，数值模拟方法可分为两大类：第一类为人们所熟知的圣维南方程组求解法，第二类为由法国 Jean A. Cunge 提出的所谓“组合单元法”[4]。……

……

……

……

1.3 技术路线和研究内容

作为本文核心部分，作者深入系统地研究了平原河网水量水质数值模拟的正反两方面的问题。首次提出用“组合单元法”数值模拟平原河网水力水质特性，分别给出了水量、水质数值模拟的正问题的稀疏矩阵求解方程式及单元分组求解方程式，为平原河网水量水质数值计算开辟了一条新的途径。在正问题的基础上，首次提出：生成基本解，用基本解构造水质边界条件反问题及源项反问题，并采用优化方法中诸如简约梯度法等方法以及遗传算法等方法分别对无约束及有约束的非线性规划问题进行求解。……

……

……

本文的主要研究内容见图 1.3.1。

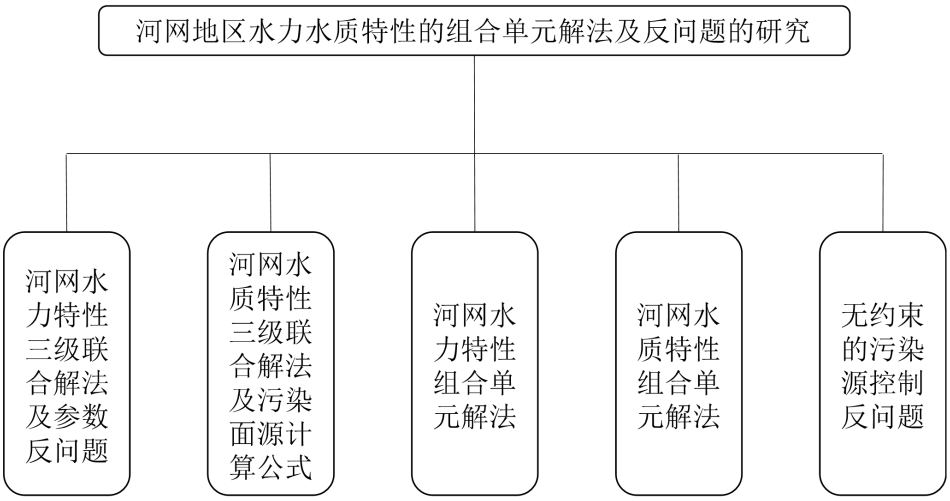

图 1.3.1 论文的主要研究内容

Fig. 1.3.1. Main contents of the dissertation

第二章 河网水力特性三级联合解法及参数反问题

2.1 概述

河网的非恒定流计算通常采用三级联合解法，此方法可归结为一维圣维南方程组的求解问题，即对组成河网的每条河道采用有限差分的隐式格式离散圣维南方程组，得到线性差分方程组。……

……

2.2 河道控制方程

描述明渠一维非恒定流的基本方程为一维 Saint-Venant 方程组：

$$\frac{\partial Q}{\partial x}+B_W\frac{\partial Z}{\partial t}=q \tag{2.2.1}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+2u\frac{\partial Q}{\partial x}+\left(gA-Bu^2\right)\frac{\partial Z}{\partial x}-u^2\frac{\partial A}{\partial x}+g\frac{n^2|u|Q}{R^{4/3}}=0 \tag{2.2.2}$$

式中：t 为时间坐标；x 为空间坐标；……

……

……

2.3 边界条件

……

……

2.4 方程的求解

……

……

2.5 参数反问题

……

……

2.6 算例分析

为了验证上述计算方法的可靠性，通常借用正问题的解来构造反问题。即先进行正问题计算，用其结果验证反问题的解。

……

……

计算结果见表 2.6.1

表 2.6.1 参数理论值与最优解

Table 2.6.1 Theoretical value and optimal solution of the parameter

	b1	b2	b3
理论解	22	18	16
最优解 1	21.986	18.048	15.997
最优解 2	21.997	18.011	15.999

……

……

2.7 本章小结

本章采用平原河网三级联合解法水量模型模拟河网的水力要素，建立了平原河网水量模型，对位于长江下游的南通河网进行了模拟运算。

……

……

参考文献

[1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴-1997[M]. 北京：中国统计出版社, 1997.
[2] 郑孝宇. 河网非稳定容量数值计算[D]. 河海大学, 1994.
[3] 李义天. 河网非恒定流隐式方程组的汊点分组解法[J]. 水利学报, 1997, 35 (1): 52-56.
[4] Halts. Two-dimensional numerical modeling of flood wave propagation in an urban area due to dam-break[J]. Natural Hazards, 1996, 81(3): 2103-2119.
……
……

致谢

本文是在导师李长江教授的精心指导下完成的。值此论文完稿之际，谨向导师及所有帮助过我的各位表示诚挚的谢意。

……

……

作者：张中国

2015 年 12 月于南京

附录

附录 A. 攻读硕士学位期间主要科研成果

……

……

附录 B. 攻读硕士学位期间参加的科研项目

……

……

附录 C. 攻读硕士学位期间获奖情况

……

……