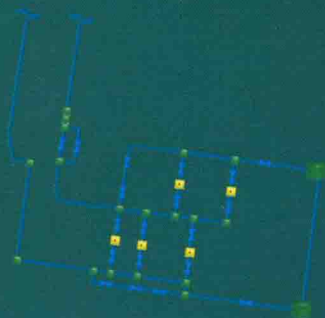




水力建模与地理信息系统

SHUILI JIANMO YU DILI XINXI XITONG

ISBN 978-7-306-04802-8



9 787306 048028 >

定价：30.00元

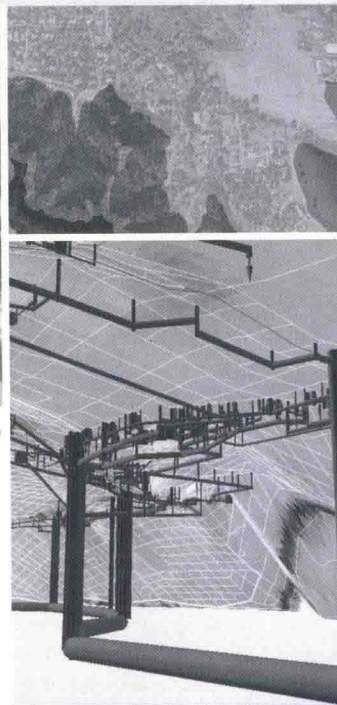
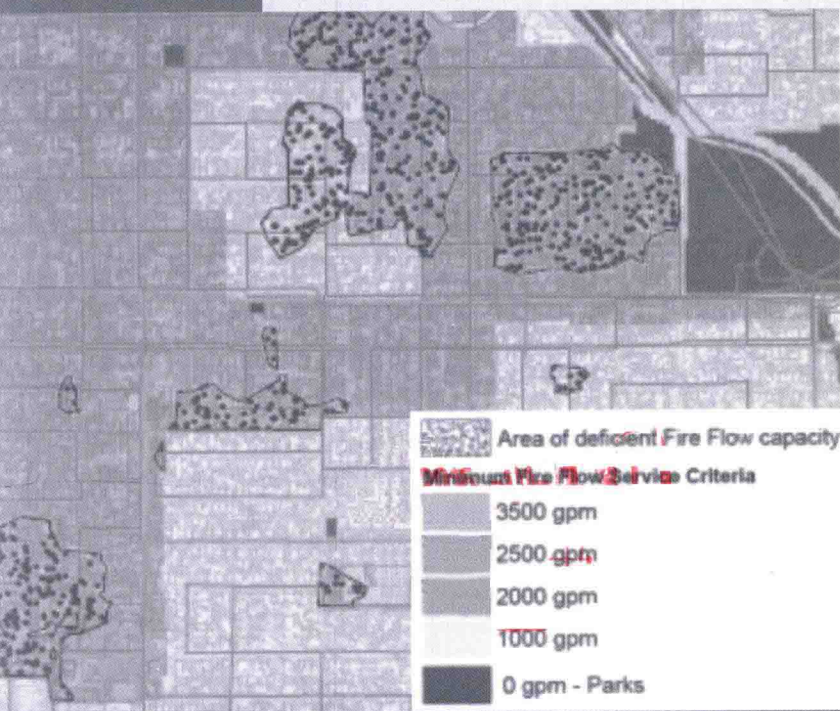


HYDRAULIC MODELING and GIS

水力建模与地理 信息系统

罗莉·阿姆斯特朗 (Lori Armstrong) 主 编

邓培雁 徐海升 译



中山大学出版社
SUN YAT-SEN UNIVERSITY PRESS

• 广州 •

Hydraulic Modeling and GIS / by Lori Armstrong / 9781589483019

Copyright© 2011 by Esri Press.

Authorized translation from English language edition published by Esri Press. All rights reserved. 本书原版由美国环境系统研究所出版社出版, 并经其授权翻译出版。版权所有, 侵权必究。

Sun Yat-sen University Press is authorized to publish and distribute exclusively the Chinese (Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for sale throughout People's Republic of China. No part of the publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher. 本书中文简体翻译版授权由中山大学出版社独家出版并在中华人民共和国范围内发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

出版外国图书合同登记号: 19-2014-075 号

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

水力建模与地理信息系统 (美) 阿姆斯特朗 (Armstrong, L.) 主编; 邓培雁, 徐海升译. —广州: 中山大学出版社, 2014. 6
ISBN 978 - 7 - 306 - 04807 - 8

I. ①水… II. ①阿… ②邓… ③徐… III. ①地理信息系统—应用—水利工程—系统建模—研究 IV. ①TV - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 006873 号

出版人: 徐 劲

策划编辑: 周建华 杨文泉

责任编辑: 杨文泉

封面设计: 曾 斌

责任校对: 钟永源

责任技编: 何雅涛

出版发行: 中山大学出版社

电 话: 编辑部 020 - 84111996, 84113349, 84111997, 84110779

发行部 020 - 84111998, 84111981, 84111160

地 址: 广州市新港西路 135 号

邮 编: 510275 传 真: 020 - 84036565

网 址: <http://www.zsup.com.cn> E-mail: zdcbs@mail.sysu.edu.cn

印 刷 者: 广州家联印刷有限公司

规 格: 787mm × 1092mm 1/16 7.5 印张 123 千字

版次印次: 2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 30.00 元

如发现本书因印装质量影响阅读, 请与出版社发行部联系调换



译者的话

正如本书介绍的，地理信息系统和水力建模精心集成的系统，将为自来水厂等公用事业单位，在故障分析、维修和更换规划设计等方面节约大量的时间和成本。同时两个系统的集成也是富有挑战性的工作，本书从 GIS 和水力建模集成应用优势，二者间的集成方法，如何保障管网连通性以及集成维护策略等进行了详细阐述。本书期望能够为公用事业单位、工程、业务及建模等技术人员提供参考。由于译者水平有限，不免存在一定的错误，敬请批评指正。

感谢刘威、刘翔、陈仲晗、张婉、黄小追、盛萧、王丽、费世东、高静思、邱宗旭、王旭涛、黄少峰等对译稿进行整理和校对。

本书的出版得到公益性行业科研专项（NO：201301047）的资助。

致 谢

在本书的创作过程中，许多人都起到了重要的作用。Judy Hawkins 是本书的组稿编辑，她帮忙指导我们整理手稿，并将不同篇章整合到一起。Arthur Gelmis 非常干练地编辑了文字。美国环境系统研究所公司（ESRI）的总裁 Jack Dangermond，给予了我们灵感，使我们认识到 GIS 技术的重要性和无限的潜力。IDModeling, Black & Veatch 和 DHI 的工作人员，非常慷慨地分享了他们的见解和经验。美国水务工程协会（American Water Works Association）很友好地允许我们使用其以前出版的资料。

我们感谢以下审稿人，他们在百忙中抽出时间审稿，并为我们提出了富有建设性的建议：

Will Allender, Colorado Springs Utilities, Colorado Springs, Colorado

Gaye Louise Belles, City of Richardson, Texas

Michael Brown, Las Virgenes Municipal Water District, Calabasas, California

Gini Connolly, City of Hurst, Texas



水力建模与地理信息系统

Jerry Cordova, City of Fountain Utilities, City of Fountain, Colorado

Elizabeth Degironimo, Mohawk Valley Water Authority, Utica, New York

Patrick Delaney, DHI Group, Kitchener, Canada

Ali Diba, Spatial Wave, Laguna Hills, California

Nelson Esquivel, Freese and Nichols Inc. , Fort Worth, Texas

Guru Ganesarethinam, Esri, Redlands, California

Shannon Geegan, WachsWater Services, Buffalo Grove, Illinois

Noel Gonsalvez, HDR, Omaha, Nebraska

Erick Heath, Innovyze, Arcadia, California

Paul Hsiung, Innovyze, Arcadia, California

Mazen Kawasmi, Freese and Nichols, Inc. , Fort Worth, Texas

Mark Khodash, American Water Service Company, Voorhees, New Jersey

Dina Knight, The Baton Rouge Water Works Company, Baton Rouge, Louisiana

Peter Kraft, Denver Water, Denver, Colorado

David Krenek, City of Fountain Utilities, City of Fountain, Colorado

Dennis McGrath, Eugene Water and Electric Board, Eugene, Oregon

Rebecca McKinley, Sanitary District of Hammond, Hammond, Indiana



Tina Miller, Anchorage Water and Wastewater, Anchorage, Alaska

Jeroen Olthof, HDR, Omaha, Nebraska

Michael Pulley, Eugene Water and Electric Board, Eugene, Oregon

Lanier Stevens, SRP Inc. , Tempe, Arizona

Sirinivas Suryanarayanaiah, Esri, Redlands, California

Dean Trammel, Tucson Water Department, Tucson, Arizona

Haritha Vendra, DCSE Inc. , Laguna Hills, California

我们以最真挚的谢意，感谢每天和我们一起共事，并使用 GIS 和水力建模的供水和废水管理者、模型建造者、工程师和分析师。没有他们的支持和专业知识，我们不可能完成此书。

前言

为了实现地理信息系统（GIS）和水力模型之间的实时集成，公用事业公司已经为此努力了许多年。如今，GIS 技术已相当成熟，足以适应水力建模数据。这在过去一直是很繁琐的，而且有时候在结构方面又不兼容。近年来，随着信息管理技术的进展，相关组织机构可以将传统上相互独立的工具进行集成，从而节省时间和成本。本书为您提供了这方面最好的实践方法。这些方法可以真正地实现这两个系统之间的集成。

GIS 和水力建模是具有互补性的技术，两者的集成使得每个系统都更有价值。水力建模的结果，可以移植到 GIS 中，实现对关键业务数据的迅速访问，支持故障风险分析、维修和更换、容量分析、资本改善规划，以及其他的许多应用。优化集成的关键是确保这两个系统之间准确、高效的通信。

为创建基于地理空间的建模解决方案，本书阐述了充分利用 GIS 数据所需的步骤和存在的挑战。这未必是提供了成功的秘诀。因为，成功需要投入，以及 GIS 与工程、业务、建模人员之间的协作。本书所提供的信息，意在引导公用事业单位开发可持续的



水力模型。这样就将减少手工工作来进行维护，从而腾出人力和资源以解决现实问题。

第1章提供了入门知识，使读者了解GIS与水力模型集成的传统方法和可持续的方法。还探讨了公用事业单位从GIS数据开发水力模型时，要考虑的各种水力模型结构。此外，第1章还介绍了几种GIS和水力模型应用，它们均受益于一个集成的水力模型。

第2章在概念层面上讨论了理想的GIS和水力模型集成方法。此外，本章针对维护GIS的特征要素，例如阀门、接头、管道、水泵、水井、沙井，以及用于水力模型建设与日常维护的其他水和污水处理功能，向读者提供了建议。

第3章探讨了管网连接的重要性，讨论了几种常见的连接问题，以及如何使用GIS提供的工具，以及以GIS为中心的水力建模软件所提供的工具来解决存在的问题。

第4章，针对公用事业单位在启动一体化集成的进程时所面临的共同挑战，为读者提供了解决方案，如冲突的策略、保持唯一的ID、处理GIS中的缺失信息或者额外信息、不兼容的特征要素类型和其他问题等。

第5章探讨了几种水力模型维护策略，并探讨了如何利用以GIS为中心的水力建模软件，最大限度地减少或者消除手工维护工作的需要。

目 录

第 1 章 地理信息系统与水力建模集成的优点	1
1.1 GIS 和水力模型之前的分离	2
1.2 GIS 和水力建模的集成	4
1.3 选择水力模型结构	7
1.3.1 全管阀 (APV) 模型	9
1.3.2 全管道 (AP) 模型	10
1.3.3 骨架模型	12
1.3.4 简化的骨架模型	12
1.3.5 选择模型	12
1.4 关于集水系统模型	13
1.5 软件的考虑事项	14
1.6 用于配水系统的 GIS 应用	17
1.6.1 需求分配	17
1.6.2 消防流量	19
1.6.3 饮用水水源	21



1.6.4	水龄和水质	23
1.6.5	高级应用	26
1.7	用于集水系统的 GIS 应用	27
1.7.1	负荷	27
1.7.2	溢流	27
1.7.3	降雨径流	28
1.7.4	3D 可视化	28
1.8	结论	30
第2章 地理信息系统与水力建模集成的原理		32
2.1	配水系统模型	33
2.1.1	配水系统模型中表示 GIS 的特征要素	37
2.1.2	关键要求和考虑事项	46
2.2	集水系统模型	48
2.2.1	集水系统模型中表示的 GIS 特征要素	51
2.2.2	关键要求和考虑事项	53
2.3	结论	54
第3章 网络连通性		56
3.1	拓扑规则	57
3.1.1	点拓扑规则	59
3.1.2	线拓扑规则	61
3.2	几何网络	63
3.2.1	简单边和复杂边	64



3.2.2 特征要素的行为特性	65
3.2.3 建议	66
3.3 水力模型的连通性	67
3.4 结论	71
第4章 集成实务	73
4.1 建立共识	75
4.2 建立唯一的 ID	76
4.3 选择相关的 GIS 数据并填补空白	78
4.4 获取精确的高程数据	79
4.5 确保连通性	81
4.6 确保特征要素兼容性	81
4.7 设施的表示	82
4.8 集成新的数据	85
4.9 在仿真中为设施设定正确的状态	85
4.10 计量系统需求	86
4.11 验证更新后的模型	87
4.12 添加修改	87
4.13 将变化从模型导出至 GIS	88
4.14 结论	88
第5章 用于模型维护的地理信息系统工具	90
5.1 更新模型	90
5.1.1 定期维护	91



5.1.2	重建模型	91
5.2	以 GIS 为中心的水力建模软件	92
5.2.1	InfoWater, InfoSewer 与 InfoSWMM 软件	92
5.2.2	WaterGEMS 与 SewerGEMS 软件	94
5.2.3	SynerGEE Water 软件	96
5.2.4	MIKE URBAN 软件	97
5.2.5	InfoWorks WS 与 CS 软件	101
5.3	结论	102
总结		105

第 1 章

地理信息系统与水力建模集成的优点

对于供水和污水处理公用事业公司来说，GIS（地理信息系统）最初的主要功能是用来为固定资产绘制地图。然而，GIS 远非一个绘制地图的应用程序，它提供了一套更广泛的工具，可用于空间分析和数据管理。而且，当 GIS 和水力模型集成后，可以提供巨大的业务优势。水力学分析，如系统容量的确定、假定分析场景的开发、资本改善的规划，通常都是独立于 GIS 而执行的，而且往往没有采用最新的资产细目表。GIS 和水力模型的集成，可为规划者和技术人员提供更可靠的、最新信息的访问，使得公用事业单位可以最大限度地利用他们所投资的 GIS。这些系统的集成，提供了最新的信息，缩短了响应时间，使所有的 GIS 工具和功能都可获得建模要素和数据。GIS 应当成为任何水力建模工作的一个重要组成部分。当评估存在不足时，以及评估对潜在发展的服务、水质和运行情况时，使用最新的精确 GIS 数据，可为规划者和操作人员提供更加可靠的信息。建模人员和 GIS 工作人员之间紧密的工作关系，可促进更加稳健的模型分析。

从过去的历史来看，水力模型每隔几年就要重建一次，并且



常常需要较长的时间间隔。这种时间间隔取决于当时的需要（例如，总体规划项目或者管道选型研究）。重建水力模型的工作是有必要的，但却是一个非常耗时的过程，这是因为在总体规划项目中，往往缺少持续的模型维护。在 GIS 集成取得重大进展之前，GIS 对水力建模的支持，主要包括获取对 GIS 数据库的快照，用来表示资产清查的基础，并用于模型构建和水力分析。由于水力模型越来越复杂，而且现在使用得更加频繁，公用事业单位正在更频繁地采用最新的 GIS 信息，以努力找出最经济有效的方法，逐步更新他们的模型。

1.1 GIS 和水力模型之前的分离

在过去，用于配水系统或者集水系统的 GIS 数据库，主要是充当地上和地下资产的空间信息库，以及对这些资产绘制地图和进行管理的空间信息库。对于 GIS 和信息技术经理、水力模型建模人员来说，为了支持水力建模而直接使用 GIS 数据库，通常不是最重要的优先事项。因为，绝大多数水利分析软件是单独使用的，或者是作为计算机辅助设计（CAD）数据源。GIS 数据库和水力建模数据库之间的分离，还根源于终端用户优先级的差异。GIS 分析师和自来水公司的工程师，绝大多数想详细了解各个设施的类型和所在位置——即“是什么类型”和“在哪里”。另一方面，水力模型建模人员则很少关心这些细节（主要是受软件的



限制)。他们最想了解管网连接、运行控制、水流状态——即“如何”和“为什么”。GIS 数据通常是持续更新的，而水力模型则更多使用快照方法（有时是每年，有时是每半年进行一次更新）。

对于水力建模来说，这些差异已经带来了数据管理方面的挑战。虽然 GIS 数据库包含有管网的绝大多数最近的完整表示，但是许多的管网连接、泵站和运行数据，仅适用于旧的水力模型。对于使用哪个数据源，以及重新编译和再次精选模型数据，建模者面临着进退两难的困境（图 1-1）。有时，还会存在几个版本的水力模型，这使得更新过程更加复杂。

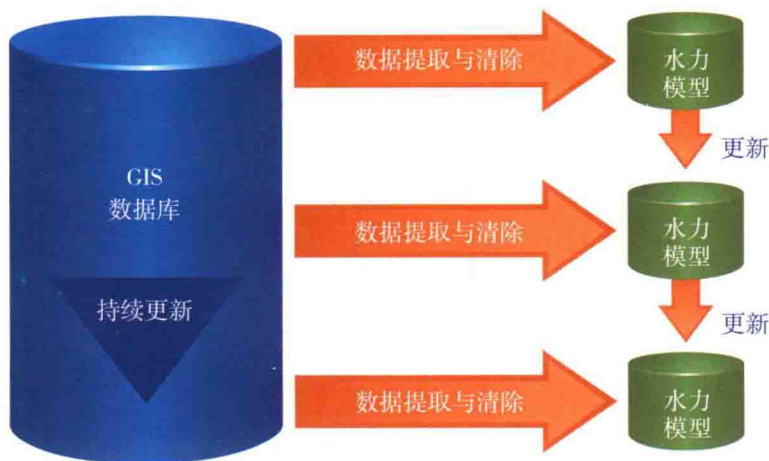


图 1-1 日新月异的 GIS 数据库和重复性的水力模型建设，这两者之间传统的数据划分，使得为了支持很少进行的水力建模，必须进行重复的数据提取与清除和模型构建。而且，这还需要在更新后的 GIS 和先前的水力模型之间进行数据迁移。创建者为 Black & Veatch 公司的 Edward Koval, Paul Ginther, Adrianne Black, Jerry Edwards 和 Brian Lendt



1.2 GIS 和水力建模的集成

GIS 和水力建模的集成, 是使新元素、更新的元素和废弃的元素, 在 GIS 数据库和水力模型之间进行协调同步的一个过程。在过去的几年里, 已经开发出以 GIS 为中心的水力建模软件。这为两个系统的可持续集成, 打开了一扇新的大门。在通常情况下, GIS 数据库比公用事业单位的水力模型可能内容要更加新一些。这是因为 GIS 支撑着各种各样的应用 (测绘、规划、空间分析、资产管理等), 而这需要立即响应式服务和当前的系统信息。传统上, 水力模型是根据公用事业单位 GIS 的一个静态快照而开发的 (往往是针对每隔几年的总体规划的目的, 或者间歇进行的假设情景分析), 并且很少进行更新。采用集成的方法后, 可以消除至少是大大地减少艰辛的数据传输、清理和建模工作, 因而可以更加频繁地进行水力模型的更新 (见图 1-2)。考虑到系统的动态变化, 为了得到一个可持续的、当前流行的水力模型, 集成方法是必不可少的。