

中国水利学会

第三届青年科技论坛

论文集

中国水利学会青年科技工作委员会 编



黄河水利出版社

中国水利学会

第三届青年科技论坛论文集

中国水利学会青年科技工作委员会 编

黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国水利学会第三届青年科技论坛论文集/中国水利学会青年科技工作委员会编. —郑州:黄河水利出版社, 2007. 10

ISBN 978-7-80734-286-1

I. 中… II. 中… III. 水利工程—中国—文集
IV. TV-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 149173 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940 传真:0371-66022620

E-mail: hhsclbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:37.125

字数:903 千字

印数:1—1 000

版次:2007 年 10 月第 1 版

印次:2007 年 10 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-286-1/TV·523

定价:70.00 元

《中国水利学会第三届青年科技论坛论文集》

编辑委员会

主 编 贾金生

副主编 杨继富 卢正超 周 芸

编 委 周祖昊 曹文洪 孙东亚 孙双科 禹雪中

窦铁生 张 香 王桂芬 李 斌 赵 会

前 言

“创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达不竭的动力”。为促进广大水利青年科技工作者学术与创新思想的交流,培养和造就青年科技人才,并努力为水利青年科技人才提供创新思想碰撞与才华展现的舞台,中国水利学会于2003年设立了中国水利学会青年科技论坛。首届青年科技论坛和第二届青年科技论坛分别于2003年11月和2005年11月在深圳和西安召开,取得了圆满成功。

为适应我国水利事业快速发展的需要,进一步激发广大水利青年科技工作者的创新思维和动力,应广大水利青年科技工作者的要求,中国水利学会第三届青年科技论坛将于2007年10月11~13日在四川省成都市召开。本届论坛的主题是“节水防污型社会建设与水工程技术创新”,主要围绕节水防污型社会、水环境与水生态、城乡饮水安全以及水利水电工程关键技术等方面的科技进展和成果等进行交流、探讨。论坛得到了水利青年科技工作者的积极响应,共收到论文130多篇,经评审,共有106篇论文被收入论文集,分为6个部分:水资源与节水型社会(25篇);水环境与水生态(16篇);水力学、防洪与泥沙(18篇);农业节水与城乡供水(17篇);岩土工程、结构材料(18篇);管理、政策与信息化(12篇)。这些论文集中反映了近年来全国水利青年科技工作者,特别是地方水利科技人员的新成果、新观点、新思路、新举措。

水利部和中国水利学会对第三届青年科技论坛高度重视,给予了极大鼓励。承办单位和协办单位对论坛给予了大量的人力、物力、财力等方面的支持。中国水利学会所属专业委员会和省级水利学会为本届论坛推荐代表并组织投稿,做了许多工作。在此,向所有关心和支持论坛的领导、专家、论文作者表示深深的谢意,对论坛秘书处工作人员及论文评审人员的辛勤劳动表示感谢。

由于时间仓促,书中可能出现疏漏或差错,敬请读者批评指正。

本书编委会
2007年9月于北京

中国水利学会第三届青年科技论坛

顾 问

胡四一 高安泽 李国英 陈厚群 袁国林

组织委员会

主 任 李赞堂

副主任 贾金生 吴宏伟 孙文樵

委 员 (以姓氏笔画为序)

王光谦 王新才 卢正超 刘 恒

许唯林 江恩惠 李仕胜 何荣智

张 林 杨继富 赵洁群 曹文洪

薛松贵 戴济群

目 录

一、水资源与节水型社会

- 区域地下水动态模拟研究现状及展望····· 霍再林 冯绍元 陈绍军 等 (3)
- 太湖流域建设节水防污型社会对策研究····· 石亚东 夏光平 陈 方 等 (8)
- 河西内陆河流域地表水资源格局变化研究 ····· 刘进琪 (13)
- 石羊河流域水资源与生态环境变化及其对策研究 ····· 张永明 (20)
- DRASTIC 地下水脆弱性评价方法及其在泰国清迈盆地的应用
····· 张保祥 万 力 Jade Julawong (26)
- 综合找水技术在塔河油田区供水勘察中的应用 ····· 王云智 周金玲 (31)
- 新疆沙湾县西戈壁镇地下水赋存条件 ····· 王云智 王 东 (36)
- 阿克苏市最大支撑人口的水资源承载能力分析 ····· 李 林 (40)
- 都江堰灌区水资源现状、存在问题及对策····· 唐西建 (44)
- 海南岛地表水资源量一致性分析 ····· 李龙兵 (51)
- 四川省水资源开发现状及可持续利用对策 ····· 卢喜平 (56)
- 分层水资源网络及其应用* ····· 游进军 甘 泓 王忠静 (62)
- 滇中水资源规划思路 ····· 吴泽宇 蒋 鸣 曹正浩 (69)
- 珠江片构建节水型社会研究 ····· 高卫平 刘新媛 (74)
- 南方季节性缺水地区水资源合理配置研究——以东江流域为例
····· 刘丙军 陈晓宏 刘德地 (79)
- 成都市节水水平评价模型研究* ····· 黄晓荣 佟 欣 (86)
- 商丘市水资源现状与可持续利用方略 ····· 付根生 李 磊 李少军 (92)
- 都江堰灌区水资源优化调度系统研究 ····· 李 翊 梁 川 (97)
- 我国水资源总量控制与定额管理实施及研究现状····· 赵 勇 唐 力 (103)
- 新疆金沟河流域水权制度建设与探索····· 朱永利 完小红 刘玉军 等 (108)
- 水资源使用权初始分配协商模型研究····· 胡晓寒 秦大庸 李海红 等 (113)
- 以 ET(蒸腾蒸发)为核心理念的水资源配置模型* ····· 甘治国 蒋云钟 沈媛媛 (118)
- 1980~2006 年间 GIS 在我国水文水资源中的应用* ··· 王明娜 秦大庸 严登华 (126)
- 辽宁省水资源存在的突出问题及解决对策····· 代影君 任 崇 闻绍珂 (133)
- 辽宁省湿地资源保护的对策分析····· 梁凤国 代影君 丁 阳 (140)

二、水环境与水生态

- 海河流域典型河流健康状况评价与管理方法研究····· 符传君 涂向阳 (147)
- 疏勒河流域生态环境现状评价研究····· 张永明 翟禄新 (157)

塔里木盆地胡杨单木与林分耗水量的尺度转换研究

..... 白云岗 张江辉 王新友 等 (163)

灌江纳苗对长江天鹅洲故道湿地水质及泥沙的影响和解决措施

..... 吴门伍 严 黎 陈 立 等 (168)

三峡库区重庆段江水中 POPs 健康风险评价 陈炼钢 丰华丽 栾震宇 等 (174)

水库生态调度模型及算法研究 艾学山 (180)

水源地集水区生态补偿问题初探 潘增辉 樊雅丽 魏丽贤 等 (186)

加强淮河流域生态环境需水研究的初步思考 胡续礼 吴 迪 张春平 (191)

我国北方城市河流景观与水利关系问题浅析 陈 莉 刘海江 (195)

天水市藉河城区段生态环境治理工程设计特点 陈 莉 (199)

灰色关联分析在节水型社会建设水污染控制中的应用 廖鸿茜 别君霞 (203)

水污染排污权交易制度及与水权制度的关系探讨 王建平 (209)

北京污水资源化利用发展与公共政策分析 马东春 (215)

模糊数学评价法在长江流域重点水功能区水质评价中的应用

..... 刘 成 涂 敏 苏 海 (221)

淮河淮南、蚌埠段动态纳污能力分析 杨迪虎 (228)

淮河鲁台子—石头埠段动态纳污能力估算及水质污染预测预报 吴 师 (233)

三、水力学、防洪与泥沙

无网格法河流数值模拟平面区域自动布点技术 蔺秋生 黄 莉 张细兵 (243)

复式明渠均匀流动水力特性研究 赵根生 曹志先 余明辉 等 (248)

有压管道充水过程水力特性分析 符传君 李 强 (254)

感潮河段温排水影响的平面二维数值模拟 张细兵 (260)

珠江三角洲咸潮预测预报技术及应用 刘 斌 闻 平 翁士创 (266)

长江中下游分汊河段支汊衰变因素探讨 李振青 路彩霞 (272)

在三峡库区设立聚漂区,清除水面漂浮物 蔡 莹 杨 伟 蒋文秀 (276)

海南岛主要河流泥沙变化趋势分析 李龙兵 (280)

运用积淤型冲、吸淤槽探索提高工程防淤、清淤的新途径

..... 蔡 莹 陈 辉 左 明 (285)

长江中游航道整治建筑物护滩带稳定性研究 刘怀汉 付中敏 陈 婧 等 (290)

宜昌至巴东高速公路水土流失特点与防治 解 刚 王向东 徐永年 等 (295)

渭干河及克孜尔水库“7·19”洪水过程分析 夏新利 钱雪梅 (300)

分布式水文模型中栅格汇流演算顺序的确定* 熊立华 (305)

沂河左堤洪水风险图编制 马建明 徐 旭 张念强 等 (310)

土工合成材料在防汛抢险工程中的应用 吕军奇 杨 帆 孟 冰 (317)

快速闸门断流大型立式轴流泵机组启动过渡过程的计算分析*

..... 于永海 吴继成 (323)

辽河流域 2005 年“全信息动态综合优化预报调度”方法研究

..... 仲 刚 王殿武 许海军 (329)

基于数理统计方法的北方地区水库汛期分期分析研究

..... 梁凤国 董增川 王殿武 (336)

四、农业节水与城乡供水

- 大田棉花自压软管灌溉技术试验研究* 张江辉 白云岗 张胜江 等 (343)
- 我国农村人居水环境浅析..... 李 斌 杨继富 (347)
- 四川省农业节水潜力分析与节水农业对策..... 何荣智 (352)
- 四川省微灌技术的发展现状及问题* 耿 琳 王朝勇 周 芸 (358)
- 淠史杭灌区水稻非充分灌溉制度的试验研究..... 刘和芳 (362)
- 淠史杭灌区灌溉试验的思考..... 汪剑安 (367)
- 都江堰灌区可持续发展的关键问题研究* 周 芸 (373)
- 阜阳市安全供水对策..... 王发信 (378)
- 内蒙古牧区水利建设规模与格局评价* 高润宏 杨继富 李和平 (383)
- 村镇供水工程自动监控系统研究* 胡 孟 刘文朝 何 浩 等 (390)
- 伊犁州直解决农村饮水困难工作的基本经验..... 杨 龙 贺光华 (397)
- 试论商丘的水源地——黄河故道的建设与管理..... 高 岩 付根生 王长青 (400)
- 农一师沙井子灌区小城镇建设污水治理的探讨..... 刘世春 张力平 (404)
- 商丘市水环境污染评价及安全饮水措施研究..... 付根生 高 岩 刘洪涛 (407)
- 地下滴灌的简易滴灌管滴孔出流特性试验研究..... 谢建波 王炳英 (411)
- 淮河流域农业节水措施研究..... 王 浩 (414)
- 皖西农村生活用水现状调查及分析..... 刘义国 (420)

五、岩土工程、结构材料

- 三峡三期 RCC 围堰拆除方案与设计关键技术研究 陈敦科 倪锦初 向文飞 (427)
- 长江中下游护岸工程技术与防护效果研究* 姚仕明 卢金友 周宜林 (432)
- 哈拉布拉克水库坝体设计与施工的体会..... 段新虹 芮鹏程 刘宗武 等 (437)
- 平原水库坝基防渗土工膜水平铺盖长度的确定..... 张力平 陈江山 刘世春 (443)
- 胜利水库除险加固工程土坝护坡结构优化设计..... 王天慧 杨征宇 (451)
- 高压隧洞内水外渗耦合分析..... 苏 凯 伍鹤皋 杨经会 等 (455)
- 水位升降对三峡库区堆积体边坡稳定性影响的分析与评价
..... 王荣鲁 任雪萍 窦铁生 等 (460)
- 武都水库大坝深层抗滑稳定分析..... 覃克非 王 静 (466)
- 黄河下游堤基老口门渗透稳定性综述..... 杨 帆 吕军奇 孟 冰 (472)
- 关于平板载荷试验确定承载力方法的讨论..... 张争强 (476)
- 喷涂聚脲抗冲磨材料在龙口大坝泄水底孔中的应用..... 孙志恒 方文时 李淑华 (481)
- 喷射混凝土支护技术在淠河总干渠加固中的应用..... 李国齐 (485)
- GQF-C-80 型伸缩缝在水闸工作桥桥面改造中的应用
..... 董 超 吴 兵 李瑞金 等 (488)

克孜尔水库导流泄洪排沙涵洞伸缩缝处理技术	张明军 夏新利 阿不都·沙拉木	(491)
克孜尔水库导流泄洪排沙涵洞检修闸门防腐喷锌工程的施工技术	阿不都·沙拉木 肉孜·阿拉也提 杨顺刚	(495)
我国大坝安全监测技术的发展与展望	谭恺炎	(500)
钻孔孔位空间交叉的判断方法及准则	卢正超 黎利兵 黄仕俊 等	(506)
包含首蓄因子的心墙土石坝水平位移统计模型研究	赵 春 张进平 贾金生 等	(512)

六、管理、政策与信息化

农村饮水安全工程管理现状、问题与对策	张汉松	(523)
水利工程实施代建制模式和方案探讨	钟鸣辉	(528)
北京市节水治污生态型社会建设模式探讨	王理许 来海亮	(534)
水污染防治政策框架及问题浅析*	卢亚卓 汪 林 唐立杰 等	(541)
加强都江堰水资源统一管理,建设现代化的“和谐都江堰”	刘道国	(547)
“数字都江堰”二期工程建设原则及重点浅析	李 翊	(552)
感潮河网水道水污染控制信息系统的研究*	李莎莎 张 翔 邱艳霞 等	(557)
利用 Excel 软件处理混凝土工程质量数据的研究	彭文成 李 娟	(563)
开放式计算机监控网络在珊溪水利枢纽工程中的应用	潘三林 吴正义	(568)
论黄河下游循环经济开发	岳瑜素 张宝森 兰华林	(575)
黄河水权转换期限研究	张文鸽 胡玉荣 陈连军	(578)
黄河水权转换中的生态环境补偿机制研究	何宏谋 薛建国 刑 芳	(581)

一、水资源与节水型社会

区域地下水动态模拟研究现状及展望

霍再林 冯绍元* 陈绍军 马 英

(中国农业大学 中国农业水问题研究中心 北京 100083)

【摘要】 地下水动态模拟是地下水资源评价和管理的重要内容,其理论与方法一直是水资源评价和水环境保护研究领域的关键与基础问题之一。本文系统总结了国内外地下水动态模拟研究的进展,指出不同方法在区域地下水动态模拟中的优缺点,对以后区域地下水动态模拟研究进行了展望,并着重指出了确定性模型与不确定性模型相结合,人工智能模型及信息系统的集成是区域地下水动态模拟的新趋势。

【关键词】 地下水动态 模拟方法 人工智能技术 信息系统

地下水动态模拟是地下水资源评价和管理的重要内容,通过模拟模型可以研究自然—人工调节地下水系统的动态演化趋势,分析评价不同地下水开发利用方案的环境响应,为区域水资源的规划和管理提供科学依据。传统地下水动态模拟的数学模型可分为确定性模型和不确定模型。由于确定性模型有严密的物理机理推导,有利于水文循环动力学机制的研究,在微观尺度地下水动态模型研究中,起到了重要的作用。地下水动态的周期性、趋势性和随机性,给不确定模型的介入提供了有利条件。除此之外,随着交叉学科的发展,一些新理论、新技术、新方法(人工智能技术、信息技术)开始逐渐应用于水文水资源系统中,为区域地下水动态模拟开辟了新的途径。本文综述了区域地下水动态模拟确定型模型及不确定模型进行的研究进展,同时对新型学科在地下水动态模拟的应用现状进行了概述,在此基础上,对区域地下水动态模拟进行了展望。

1 区域地下水动态模拟研究现状

1.1 地下水位动态模拟的确定性模型

1.1.1 针对地下水动态模拟而进行的数值法的改进

用于地下水流动态模拟的数值方法主要包括有限差分法和有限元法,相应的应用范围已从稳定流问题扩展到了三维非稳定流问题,近几年发展的边界元法(BEM)成为求解地下水流动问题的一种很有竞争力的方法。它可以把问题的解表示为沿区域边界的积分,计算上可把三维问题简化为二维问题,把二维问题降为一维问题,并能方便精确地处理区域上的源汇点,具有突出的优点,但在处理非均质、非线性、非稳定流的复杂计算时,效率大大降低,无法取代成熟的有限差分法和有限元法。除此之外,有限元法与其他随机方法的结合促进了地

基金项目:国家“973”课题(2006CB403406),教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-04-0127)。

*通信作者:冯绍元,博士,教授,博士生导师,主要从事水资源水环境与节水灌溉方面的教学与科研工作。email: fsy@cau.edu.cn。

下水模拟的发展。针对区域水文地质参数的尺度效应,薛禹群(2004)提出了多尺度有限元法的基本原理,其比传统有限元法有效,既节省计算量又有较高的精度。

1.1.2 地下水流运动概念模型的改进

地下水流运动模型的概化包括含水层结构与边界的确定、水文地质参数的确定以及研究区域地下水流的描述。目前对地下水流运动模型的概化已从单一的水流形态的确定上升到了与此相关的水文地质参数、含水层结构、初始条件和边界条件的空间变异性的描述。在考虑地下水流受非连续水文地质条件影响的基础上,用来描述大区域非均质含水层的水文地质模型和地下水运动模型已被提出。由于这些模型考虑了含水层的空间变异性及上边界条件的时空变异性,所建的模型能有效地表征地下水的动态。卢文喜(2003)阐述了边界条件所包含的双重意义,指出随着人类活动影响强度的日益增大,在模型预报之前必须首先对边界条件做出预报。地下水流运动概念模型的改进使得地下水模拟结果更加趋于真实,促进了地下水模拟模型在实践中的运用。

1.2 区域地下水动态模拟的不确定性模型

1.2.1 回归分析模型

回归分析模型是最早应用于地下水动态的定量分析计算,且目前应用最广泛,理论上最成熟的一种方法。该模型充分考虑了地下水位动态与之影响因素的关系,因而对于影响因素剧烈变化的地下水系统,应用此方法常常会取得其他方法达不到的效果。但回归分析只注意对过去数据的拟合,不考虑水位动态的继承性,只以统计角度寻找变量之间的关系。因此,回归分析模型用于近期预报是比较好的方法,对于中长期地下水动态预报精度不可保证。另外,回归方程作预报时,首先必须对影响因素作预测,而影响因子本身的预测常常是相当复杂的问题。

1.2.2 时间序列模型

时间序列模型充分考虑了地下水位的继承性,克服了自回归模型在处理具有季节性变化的资料所遇到的困难,并能较完善地模拟地下水位动态的连续演变过程,有较高的预报精度。地下水动态频谱分析是一种特殊时间序列分析方法,频谱分析方法就是通过有序序列的谱参数揭示了水位过程线内部谱成分与随机成分的比重以及谱结构组成方面的某些特有规律。时间序列模型适用于地下水动态的中、长期预报,但在预测地下水动态的未来时,没有考虑地下水动态的因素的影响。因此,当某一影响因素在未来某一段时间内发生剧变,而造成地下水动态剧变时,这一方法就显得无能为力了。

1.2.3 灰色系统模型

地下水系统绝大多数可被认为是灰色系统(内部特征部分已知、部分未知)。因此在地下水位动态模拟中应用灰色系统预报模型符合地下水系统的特殊性。灰色系统模型具有非常好的继承性,相比时间序列,该模型对地下水位动态观测数据样本长度没有过高要求,这是灰色系统预报模型的一大优势。灰色系统模型对地下水位动态特征值(如年最高水位、年最低水位、年平均水位等)的预报比较成功,可以用于地下水位的中、长期预报。但灰色系统模型对地下水位动态的连续演变过程进行模型拟合预报的精度较差。

1.3 区域地下水动态模拟研究中的新理论与新方法

1.3.1 区域地下水位动态模拟的人工神经网络模型

区域地下水位动态模拟人工神经网络(Artificial Neural Network,简称 ANN)模型是通

通过对历史影响地下水动态的因子及地下水动态资料分析后,将影响地下水动态的主要因子作为网络的输入,地下水动态(水位)作为输出,通过自动调整网络的神经元间连接权、阈值而达到地下水动态的最佳拟合函数。国外对人工神经网络在地下水动态模拟中的应用已相对成熟,多集中于含水层及上边界条件具有很强的空间变异性区域,针对地下水流数值模拟法在这种区域参数确定复杂及空间尺度问题而进行的。Paulin Cloulibaly 等根据相对较短的地下水位资料和相关的水文气象资料,率先建立了地下水位动态的延迟输入神经网络模型与回归神经网络模型,研究结果表明,在地下水位动态预报中,神经网络模型的精度与时段尺度有很大的关系。此后,地下水动态神经网络模型也运用到了地下水的管理中。

地下水动态模拟的人工神经网络模型在应用中已体现出了它的非线性拟合的优势,既不需要像确定性模型考虑地下水动力学机制,也不需要像随机模型对历史资料分析时频趋势,避免了确定性模型在应用过程中处理实际问题过分简单化和随机性模型拟合的局部优化的缺点。但目前对如何确定模型的输入因子、如何确定训练样本容量的大小以及网络参数等问题有待进一步研究。

1.3.2 地质统计学(GS)在插值中的应用

地下水流数值模拟时,首先要确定初始条件和边界条件,但在大、中尺度区域上,初始条件有很大的空间变异性,边界条件在时间上亦有变异性。由于野外观测工作要耗费大量的人力、物力、财力,因此各项状态变量的测量数量都是有限的,非测量点上的值只能由插值得到,插值的方法各式各样,因人而异,不可避免地要造成模拟结果的不确定性。地质统计学(GS)可为地下水动态模拟中初始条件、边界条件的确定提供方便。该方法利用了观测数据间存在的某种自相关关系,将非观测点的值用观测点的值加权函数表示出来,且这种方法具有观测点上的估计值就等于观测值,插值在统计上是最优的,即估计值的均值与测量值均值相等;且估计值与观测值的方差最小,在估计的同时给出了估计的误差范围等优点。由于水资源的时空分布和信息交换、关联具有区域化变量特征,适合 GS 理论的应用条件,这就为 GS 在区域水资源评价、预测与数值模拟方法的结合奠定了基础。

1.3.3 地理信息系统(GIS)在数据集成中的应用

在进行中、大尺度地下水动态数值模拟时,手工生成网格单元数据不仅很容易出错、效率低,而且在生成网格拓扑数据时,模型常需要修改,如局部需要加密,很多工作须重新进行,这样造成重复劳动。地理信息系统(GIS)研究计算机技术和空间地理分布数据,具有全新的、面向项目的数据查询管理机制及直观、灵活、操作简单、方便快捷的空间数据信息管理等特点,能够自动生成网格单元及编码,将大大减少建立网格的工作量和出错率。

地下水数值模型离散网格包括三角形、四边形和多边形,这些网格与 GIS 栅格数据(GRID)及不规则三角网(TIN)管理空间数据方式非常相似,地理信息系统是目前空间数据管理唯一有效的办法,地下水数值模拟的研究对象也是三维实体,因此二者的结合是必然的。同时,由于地下水系统的复杂性,地下水模拟模型涉及时空维的参数和变量,使模型从建立到维护,都十分繁杂。GIS 所拥有强大的空间数据处理与分析功能有助于建立水资源模型与 GIS 的集成系统、模型的推广應用和决策分析。因此,地理信息系统在地下水模拟预测领域具有广阔的应用前景。

2 区域地下水动态模拟研究展望

2.1 区域地下水动态确定性与不确定性耦合模型的建立

由上述确定性模型和不确定性模型研究现状可以看出,确定性模型的应用受限于参数的获取和参数的随机性确定;不确定性模型在应用上也受到很大的限制,其主要表现在这类模型没有反映地下水流动系统的动力学机制,从而没有表示出系统各要素之间的动力学关系。因此,应将确定性模型和不确定性模型相结合,发挥两种模型的优点,建立既能反映地下水流动系统中不确定影响因素又能刻画其动力学机制的确定-不确定性耦合模型是值得重视的工作。基于此思想,应从以下几点将二者进行有机结合对地下动态模拟进行研究:①以地下水动力学为基础,将边界条件、降水入渗和地表水等作为随机时间序列建立预测模型,从而提高模型预测的可靠性;②对多输入、多输出的时间序列分析模型,研究参数的物理意义。注意寻找这种模型与离散化动力学模型结构上的相似性,这样可以使时序模型的物理意义明确化,从而使其应用价值更大;建立地下水流动系统的随机微分方程模型,将贮水系数和导水系数作为随机变量,将边界条件、降水入渗(或蒸发)和流量作为时间序列,用数值方法求解,并给出解的概率分布。这种解的概率分布,对决策人员来说,更有实际意义。

2.2 区域地下水动态人工智能模型研究

由于神经网络算法概念清楚、操作简单、映射能力强,因此在地下水动态模拟中得到了广泛应用。输入因子的组合直接关系到网络是否真实刻画所研究事件的过程,区域地下水动态的人工智能模型研究中首先应在对历史事件实测资料的基础上,通过主成分分析选择影响输出的主要因子,以此作为网络的输入因子。在网络的训练过程中,网络结构设计的人为确定及网络误差梯度下降的权重修改原则使其不可避免地存在容易落入局部极小点的问题,使得网络训练过程易陷于平台,从而影响了映射精度。模仿生物进化机制的遗传算法善于全局搜索,如何运用遗传算法来确定人工神经网络的最佳结构及加速训练过程网络误差的下降,是一个值得关注的问题。在今后的区域地下水动态模拟研究中,有必要将遗传算法嵌入人工神经网络模型中,采用遗传算法优化网络结构和初始权重的方法,充分发挥遗传算法擅长全局搜索和人工神经网络擅长局部精确搜索的功能,实现了两种智能算法的有机结合。区域地下水动态人工智能模型需将整个网络训练分成了两部分:首先采用遗传算法优化网络结构的初始权重;然后利用人工神经网络某种算法最终完成网络训练。将网络训练过程模块与输入因子主成分分析法选取模块相结合构成了区域地下水动态模拟的人工智能模型。在模型的建立中,只要将网络训练样本和检验样本输入人工智能系统,将自动进行输入因子的选取,网络的结构优化,训练过程的优化,得到最优区域地下水动态模型,实现区域地下水动态模拟的自动化、智能化。区域地下水动态的人工智能模型可以解决地下水动态人工智能神经网络模型的输入因子选取盲目性、网络结构确定的人为性及训练过程慢的缺点,有望为地下水动态模拟开辟新路。

2.3 区域地下水动态信息系统集成

充分利用地理信息系统(GIS)存储、管理、显示数据的强大功能,在其基础上开发具有节点、计算网格自动生成、模型参数获取、地下水流模型识别等集为一体的区域地下水动态信息系统是今后的发展方向。通过导入带有控制点和矢量专题层(点),在符合有限元网格剖分基本原则的条件下对节点、计算单元格进行交互式剖分;根据历史观测资料的分析,通

过遗传算法优化得到区域各分区水文地质参数;引入空间信息统计学(地质统计学)自动对初始条件、边界条件进行插值;在此基础上,建立地下水动态模拟有限元模型。充分运用地理信息系统、空间信息统计学、遗传算法、有限单元法在解决空间动态问题上各自的优点,开发具有自动化、智能化、适时显示、分析、决策的地下水动态信息系统。此系统将在地下水动态模拟研究上具有很强的生命力和实用价值。

3 结语

目前,区域地下水动态模拟的方法主要包括基于地下水流运动分析基础上的确定性数值模拟和不确定性模拟方法。由于区域地下水动态受到各种因素的影响,具有明显的非线性和复杂性,这些方法均具有一些在实际问题与数学方法耦合方面的缺点。鉴于此,近年来人工神经网络、遗传算法、空间信息统计学、地理信息系统等新型学科的引入促进了地下水动态模拟的深入研究。在今后一段时间内,地下水动态模拟应在确定性模型与不确定性模型的有机结合、人工智能模型完善、信息系统的集成等方面进行深入、系统的研究及完善。

参 考 文 献

- [1] 陈葆仁,洪再吉,等. 地下水动态及其预测[M]. 北京:科学出版社,1988.
- [2] 薛禹群,叶淑君,谢春红,等. 多尺度有限元法在地下水模拟中的应用[J]. 水利学报, 2004(7): 7-13.
- [3] 卢文喜. 地下水运动数值模拟过程中边界条件问题探讨[J]. 水利学报, 2003(3): 33-36.
- [4] Paulin Coulibaly, Francois Anctil, Ramon Aravena. Artificial neural network modeling of water table depth fluctuations [J]. Water Resources Research, 2001, 37(4): 885-896.
- [5] Emery Coppola, et al. Application of artificial neural networks to complex groundwater management problems [J]. Natural Resources Research, 2003, 12(4): 303-320.

【作者简介】 霍再林,1977年1月生,研究生学历。2007年毕业于中国农业大学,获工学博士学位。现任中国农业大学水利与土木工程学院讲师。