

洪汝河下游 地下水水质 综合评价

HONGRUHE XIAYOU
DIXIA SHUI SHUIZHI
ZONGHE PINGJIA

何 伟 著

中国环境出版社

洪汝河下游地区水质综合评价

何 伟 著

中国环境出版社 · 北京

图书在版编目 (CIP) 数据

洪汝河下游地区水质综合评价 / 何伟著. —北京: 中国环境出版社, 2017. 6

ISBN 978-7-5111-3233-8

I. ①洪… II. ①何… III. ①河流下游—地下水—水质分析—安徽
IV. ①X523

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 148721 号

出版人 王新程
责任编辑 张于嫣
责任校对 尹芳
封面设计 彭杉

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67150545 (建筑分社)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷: 北京中献拓方科技发展有限公司
经 销: 各地新华书店
版 次: 2017 年 6 月第 1 版
印 次: 2017 年 6 月第 1 次印刷
开 本: 850×1168 1/32
印 张: 4.25
字 数: 154 千字
定 价: 15.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前 言

自 20 世纪 70 年代后期开始, 淮河及其支流逐步遭到污染。淮河流域地表水污染较严重, 浅层地下水水质普遍受到污染, 污染深度为 10~15m。污染源通过污染地表水再下渗污染地下水, 部分地区生存环境恶化, 地方病发病率提高, 农业生产损失惨重。严重影响了流域内地方社会经济发展。近几年来, 国家高度重视淮河流域污染治理。经过多年努力, 淮河流域水污染总体得到控制。但仍有部分支流的水质尚未达到治理要求, 局部支流污染严重。因此进一步持续加强淮河流域水污染防治, 对于维护沿淮地区的切身利益, 促进豫、皖、鲁、苏经济社会全面发展具有重要意义。

本书系统地介绍了洪汝河下游地区水质综合评价。

为准确评估洪汝河班台以下河段河水对地下水水质影响情况, 运用质量平衡原理推求了洪汝河班台以下河段水质模型基本方程, 再根据洪汝河的实际边界条件来确定模型中的相关参数。根据模型公式计算了洪汝河主要污染物质浓度沿程变化情况。其模型计算结果与实测值结果比较, 计算误差在 30% 以内。因此, 其模拟结果精度较好, 能比较客观地反映洪汝河河水水质沿程变化规律。

综合考虑弥散作用、对流和总的吸收作用（源汇），建立了洪汝河班台段下游地下水的水质模型。并根据洪汝河班台下游地区的实际情况，对模型进行了合理简化，应用富氏变换，得出了符合该区实际情况的近似解析解。并计算了地下水中主要物质（氨氮、氯化物、Cu、Zn、Mn等）由于河水的影响其浓度随距离洪汝河远近的变化情况，分析了洪如河班台下游浅层地下水水质受河水渗漏、降雨及农业灌溉等多种因素的综合影响。

为进行洪汝河附近地下水现状综合评价，根据地下水水体质量相关因子自身的数据结构特性，将模糊模式识别理论和人工神经网络相结合，构造出模糊人工神经网络识别模型，通过模糊识别模型得到样本的级别特征值，从而达到对评价地下水水体质量的识别、归类，同时可以得到各相关因子在评价过程中的贡献率，这样其识别结果将更加合理。并且运用模糊人工神经网络识别模型进行洪汝河水质分析评价可以将人工神经网络识别和模糊模式识别两者的优点进行融合，发挥模糊识别优势克服人工神经网络中需要大量训练样本的问题，从而使水质取样数降低，节约了时间和成本；此外可以运用人工神经网络降低了由污染样本对结果造成误差偏大的现象，降低了主观因素的影响，使其评价结果更加客观。并制作开发了洪汝河地下水水质评价软件系统，使该方法具有更好的可行性与实用性。

本书作者为华北水利水电大学何伟。在项目研究与书稿完成过程中，得到了何容、余建民、郭术义、邓建绵等同志的帮助，在此一并表示感谢！

本书可供土木、水利、环境等工程领域的科技人员参考，也可

作为有关专业学生学习参考。

由于作者水平有限，本书的错误和不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

何 伟

2017年5月

目 录

1	绪 论	1
1.1	研究意义	1
1.2	主要研究工作	5
2	区域概况	7
2.1	研究区域的自然及社会经济情况	7
2.2	研究区域的水文地质条件	9
2.3	研究区域的水文气象条件	9
2.4	研究区域的地质概况	10
2.5	研究区域的工程地质条件	13
3	地表水对地下水的影响关系	14
3.1	洪汝河基本水文特征	14
3.2	洪汝河浅层地下水系统的定量描述	18
3.3	班台以下河段沿岸土层分析、渗透系数的确定	19
3.4	班台以下地下水补给量确定	23
3.5	河道渗漏量计算	26

3.6	河道渗漏量计算结果比较分析	37
3.7	洪汝河地下水渗漏量计算	40
4	河段沿岸地区水质分析	48
4.1	河流水质模型与计算	50
4.2	地下水水质模型	58
4.3	地下水物质浓度模型计算	63
4.4	浅层地下水水质影响因素分析	68
5	班台以下河段地下水水质综合评价	72
5.1	地下水环境质量评价标准	72
5.2	模糊人工神经网络识别的水质评价模型	72
5.3	基于多目标模糊识别的地下水水质评价模型	79
5.4	洪汝河地下水水质评价软件系统	82
5.5	洪汝河地区地下水水质综合评价	86
6	研究成果和结论	88
7	存在的问题与建议	90
附录 1	部分程序源代码	92
附录 2	地表水环境质量标准	104
附录 3	地下水质量标准	120
参考文献		126

1 绪 论

1.1 研究意义

淮河是我国七大江河之一，流域面积广阔，人口密度居七大流域之首，是我国重要的粮食生产基地和煤电能源基地。淮河发源于河南省桐柏山，向东流经豫、皖、鲁、苏四省，主要支流在扬州附近的三江营注入长江，全长 1 004km，总落差 200m。其中洪河口王家坝至桐柏山 364km 为淮河上游，落差达 178m，占总落差 200m 的 90%，河道比降万分之五，坡陡水急，直冲王家坝，形成巨大抗洪压力。王家坝以下至洪泽湖三河闸 490km 为中游，落差仅 16m，河道比降为万分之 0.3，坡降平缓，河道狭窄弯曲，宣泄不畅。洪水难以迅速流向下游，同时，中游有许多重要城市、工矿企业和交通动脉。因此保证中游的安全是淮河防汛抗洪的重中之重。中渡三河闸以下至三江营 150km 为淮河下游，落差 6m，河道比降为万分之 0.4。三河闸所在的洪泽湖由于黄河夺淮及多年泥沙淤积，湖底已高于淮河河床，形成“地上湖”，洪水越到下游越缓慢。因此，淮河支流多、落差大、河道窄、两头翘、暴雨频是淮河防汛的主要特点，也是淮河难治的主要原因。

洪汝河为西北至东南走向，流经河南、安徽两省 13 个县

(市), 流域面积 $12\,380\text{km}^2$, 流域内有 610 万人。上中游分两支: 北支为小洪河, 发源于舞阳县的笔尖山下; 南支为汝河, 发源于泌阳县境内白云山北麓。小洪河与汝河在班台汇合, 班台以下分为大洪河和分洪道, 在王家坝附近注入淮河。洪汝河上游为浅山区, 一般高程在海拔 $200\sim 300\text{m}$, 自西向东逐渐变缓; 在京广铁路以东的汝河右岸为丘陵区, 中间偶有岗地。山丘区面积占 40%, 其余均为平原。

历史上洪汝河历经沧桑。汝河古称汝水。元朝初期, 由于汝水泛滥, 古汝水在郾城澧水口处被人为截断, 上源称北汝, 即今日的北汝河, 入今沙河东去, 流进颍水, 下游称南汝。元朝末期, 又在舞阳截断汝河上游支流干江河, 使之归入澧水再汇入沙颍河水系。明代嘉靖九年 (1530 年), 西平县老王坡一带因洪水泛滥, 五沟营至上蔡朱里桥一段淤塞, 舞阳、西平之水东出, 流入今五沟营以下小洪河。古汝水经过 3 次大的变迁后才形成了今天的洪汝河水系。

然而绵延千里, 流经豫、皖、鲁、苏四省的淮河及其支流, 自 20 世纪 70 年代后期开始遭到污染。淮河流域地表水污染较严重, 浅层地下水水质普遍受到污染, 污染深度为 $10\sim 15\text{m}$, 污染来源主要是城市生活污水、工业废水、生活垃圾、粉煤灰、化肥及农药等, 通过污染地表水再下渗污染地下水, 部分地区生存环境恶化, 地方病发病率提高, 农业生产损失惨重。长期以来, 淮河地质灾害频发, 地表及地下水污染严重, 不同程度地影响和制约了流域内社会经济的持续发展。淮河部分污染河段如图 1-1 所示。



图 1-1 淮河部分污染河段

党中央、国务院高度重视淮河流域水污染治理，有关部门、地方和沿淮广大干部群众克服困难，使淮河流域水污染防治工作取得初步进展。1994 年开始，通过采取有力措施，关闭近 5 000 家污染严重的企业和生产线，建设了一批污水处理设施。经过多年努力，淮河流域污染物排放总量初步得到控制，工业污染占整个污染的比重降低，生活污水处理率明显提高，群众饮水困难得到缓解。

淮河流域水污染防治取得的成果是初步的、阶段性的。目前仍有一些主要支流污染还比较严重。污水处理设施建设难以满足需求，管网建设不配套，污水处理收费不到位等问题十分突出。治污体制和机制有待进一步理顺。进一步加强淮河流域水污染防治，对于维护沿淮地区 1 亿多人民的切身利益，促进豫、皖、鲁、苏经济社会全面可持续发展具有重要意义。

为了了解地表水对地下水的污染和影响的关系，以淮河洪汝河支流班台以下王家坝以上河段作为研究对象，展开了分析调查。

洪汝河流域北临沙颍河，南临淮河干流，西接长江流域唐白河水系，发源于河南省伏牛山区，是淮河北岸跨越豫、皖两省的主要骨干排水河道，该水系自西向东流经河南、安徽两省，在安徽省王家坝附近汇入淮河。班台以上为上中游，分为汝河和小洪河两支，班台以下为下游，分为大洪河和洪河分洪道。大洪河出口位于淮河王家坝闸上游约为 5km 处，河道长约 74.3km，洪汝河总流域面积 12 380km²（其中班台以下流域面积为 640km²），耕地 1 100 万亩（1 亩约等于 0.067hm²）。

随着洪汝河河道治理工程的进行，洪汝河的水位及水质发生了很大的变化。因为洪汝河在向下游流动过程中，与周围地下水的补给和排泄有着密切的关系。所以研究洪汝河下游附近区域地下水量和地下水水质的情况，从而能为更好地解决洪汝河下游水资源缺乏，更好地控制洪汝河下游地下水资源污染，促进当地经济快速发展提供科学依据。洪汝河下游区域图如图 1-2 所示。

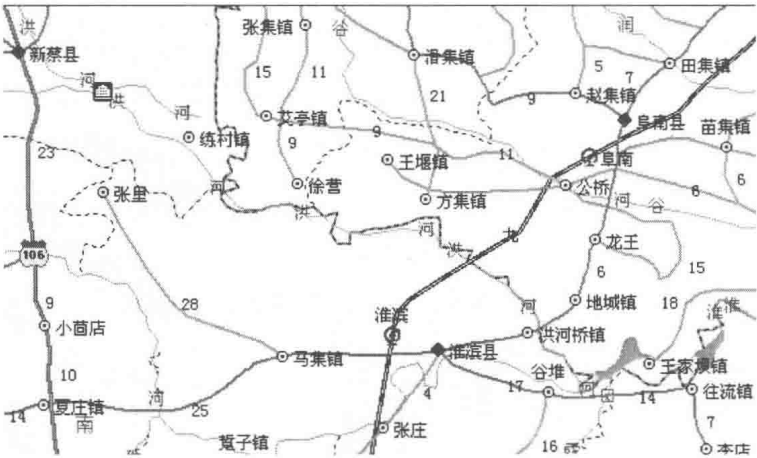


图 1-2 洪汝河下游区域图

1.2 主要研究工作

1.2.1 主要研究工作

本书研究工作主要包括资料收集、实地现场勘测、水量分析和水质分析评价四个方面的内容。

(1) 收集资料

1) 收集洪汝河流域区内各类水文地质调查报告、规划报告、年鉴等；

2) 共收集钻孔资料 46 个，并对钻孔柱状图表中的有关内容进行统计，包括井深、基岩埋藏深度、含水层岩性、厚度、抽水试验成果、水质分析资料等；

3) 收集并检测地下水、地表水和污水水质分析资料；

4) 收集淮河附近的长观孔部分水位的长期观测资料。

(2) 实地勘测

在对所收集资料掌握的基础上，对洪汝河的地形地貌、地层岩性、地下水开采量、地下水位等做了较详细的调查；采取地下水全分析水样 14 件。

(3) 综合研究

通过对资料的研究和现场勘测，综合分析研究洪汝河的地形地貌、地质构造、地层岩性、水文、气象等资料，编制了洪汝河流域图、水文地质图等一系列图件。对洪汝河的水资源量采用均衡法及势函数法进行了评价并用 GEOSLOPE 软件进行了校对和演示。

1.2.2 研究方法

收集的资料主要分为三部分，第一部分是洪汝河流域的历史资料和地层资料；第二部分是包括河流径流、地表水资源评价等方面的资料。第三部分是在 n 次实地勘测中抽取的地表水、地下水、污染水水样及地层土质土样。各项工作均按有关规范、要求执行。在室内资料整理水样检测分析过程中，进行了自检和互检，自检率和互检率均为 100%。在充分消化、吸收资料，处理各检测数据后，采用不同方法对地表水和地下水分别进行了水量和水质分析。水量主要用势函数法，水质主要用水质（浓度）模型。

2 区域概况

2.1 研究区域的自然及社会经济情况

洪汝河下游河道位于河南、安徽省交界处的新蔡、淮滨、临泉和阜南境内。水质影响区的各县经济相对落后，新蔡、淮滨、临泉、阜南四县均为贫困县。各县工业主要集中在县城，工业基础较为薄弱，乡镇企业较少。

新蔡县位于河南省东南部，地处淮河流域，两省四市六县交界处。下辖 23 个乡镇，356 个行政村，总面积 $1\,453\text{km}^2$ ，耕地 148 万亩，人口 102 万人。新蔡县属中纬度地带，雨量充沛，日照充足，适宜多种农作物生长和畜牧业发展，盛产小麦、玉米、芝麻、棉花等。全县有 10 万多亩水面可供开发养殖，每年有近 5 亿 kg 的粮油可供加工。人口 101.3 万人，农民近 90 万人，耕地面积 129 万亩。全县年 GDP 32.48 亿元。农民纯收入人均 1 627 元。

淮滨县位于河南省东南中淮河中上游，属信阳地区。面积 $1\,192\text{km}^2$ ，人口 60.7 万人，辖 21 个乡（镇），291 个行政村。地处淮河、洪河冲积三角地带，淮河南岸有坡伏丘陵，沿淮河有洼地分布，淮河贯穿中部，境内长 70km，县城下游可通航；洪河长 71km，白露河境内长 51km。年平均气温 15°C ，年平均降水量

926mm, 全年无霜期 224 天。国内生产总值 124 486 万元, 人均国内生产总值 2 067 元。现在耕地 78.9 万亩。粮食作物以稻谷、小麦、大豆为主; 经济作物有花生、芝麻、棉花、油菜籽等。森林覆盖率为 12.1%; 主要树种有杨树、水杉、泡柳等; 主要中药材有猫爪草等。土特产有优良品种固始鸡、蜂蜜、山羊板皮、貂皮和兔毛等。

临泉县地处安徽省的西北边陲, 地理坐标为东经 $114^{\circ}52' \sim 115^{\circ}31'$, 北纬 $32^{\circ}35' \sim 33^{\circ}08'$ 。南与河南省淮滨、新蔡县毗邻, 北与界首市及河南省沈丘县相连, 西与河南省平舆、项城县交界, 东与阜阳市区及阜南县接壤, 南北长 68km, 东西宽 62km。全县总面积 $1\,818\text{km}^2$, 占安徽省总面积的 1.4%, 耕地 173.7 万亩。临泉县辖 10 乡 23 个镇, 823 个行政村, 4 552 个自然村。2001 年年末总人口 188 万人, 其中乡村人口 174.9 万人; 以汉族为主体, 占总人口的 99.41%, 是全国人口第一大县。全县国民生产总值达 50 亿元, 财政收入 2.41 亿元, 农民人均收入 1 786 元。

阜南县位于黄淮海平原南缘, 淮河中游北岸, 安徽省西北隅, 阜阳地区南部。县境南北长 51.9km, 东西宽 65.5km, 总面积 $1\,842\text{km}^2$ 。全县辖 31 个乡镇, 756 个行政村(居委会), 耕地 154 万亩, 总人口 145 万人, 其中, 农业人口 134.8 万人。县内粮食作物主要有小麦、大麦、水稻、红薯、玉米、高粱、谷子、大豆、小杂粮 10 余种。经济作物主要有棉花、油料、麻类、糖料、药材、生姜、杞柳、辣椒等。牲畜以黄牛为主, 驴、骡、马、猪、羊、兔、禽、蜂均有饲养。鱼类有鲤、鲫、虾、蟹、鳖等品种。全县农民人均收入 1 206 元。

2.2 研究区域的水文地质条件

班台以下地下水类型主要为松散岩类孔隙潜水和孔隙承压水。第四系全新统地层中含水层主要为低液限粉土（轻粉质土壤及沙壤土），粉系砂层，分布在河床，漫滩及一级阶地上部，为潜水含水层；第四系上更新含水层主要为低液限粉土（砂壤土）、中细砂层，分布在河床及二级阶地下部，在河床中局部有出露，为承压含水层，其上一般分布 5~10m 厚的低液限黏土，隔水性良好。

河水位在高程 9.7m 左右，但钻孔位于黏性土层中时，由于土层透水性差，一般观测不到地下水位，1~2 天后才能测到地下水位。地下潜水位左岸 23~24m，右岸 20~22m。在部分地段钻孔揭露下部粉土和砂土层时，地下水位上升很快，属承压水，左岸承压水位为 21.4~22.0m，承压水头 0~3m。

2.3 研究区域的水文气象条件

研究区域属暖温带季风气候，气候温和，多年平均气温 15℃，最低气温 -19.02℃，最高温 41.3℃。多年平均降水量 946mm，班台多年平均流量 83.6m³/s，722 万 m³/d，26 亿 m³/a。降水年内分配极不均匀，7—9 月降水量占全年降水量的 60%，产生暴雨的天气主要为低涡切变和台风。

上游山区洪水陡涨陡落，峰形尖瘦，受上中游水库及滞洪区调蓄，洪水到班台时峰形往往变得平缓矮胖。

本区地下水的补给来源主要为大气降水和地表水。降水补给主要受表层岩性、地质构造、地下水埋深和地形特征等因素控制。地