

GIS 与遥感支持下基于层次分析法的土壤水资源分布研究

——以石家庄市为例

周芳成, 宋小宁, 冷佩, 马建威, 李爽

(中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049)

摘要: 开发了一个在 GIS 与遥感支持下基于层次分析法获得区域土壤水资源分布的新方法。本方法首先根据待研究区的特征选取土壤水影响因子, 用层次分析法确定因子权重, 建立土壤水资源评价模型, 以 2000 年石家庄市为例, 选取 6 个土壤水影响因子, 分别是降水、蒸发、海拔、坡度、土壤孔隙度、土地利用方式, 最后基于 GIS 的空间分析功能实现了石家庄市土壤水资源分级。该方法可为快速获取区域土壤水资源分布提供新的途径。

关键词: 土壤水资源; 层次分析法; GIS; 遥感; 石家庄

中图分类号: S152.7

文献标识码: A

文章编号: 1000-0852(2013)06-0016-05

1 引言

土壤水资源, 是指由天然补给(包括大气降水、凝结水和潜水)到包气带当中, 具有更新能力, 并能够被植被利用和对维持天然生态环境良性循环具有一定作用的土壤水量。国际上, 土壤水已经被视作水资源的重要组成部分, 我国现行的水资源评价体系中只考虑地表水资源与地下水资源, 土壤水并没有被纳入水资源评价体系当中^[1]。目前, 我国的水资源供需矛盾日益突出, 将土壤水也纳入到水资源评价和管理中, 加强土壤水管理、提高土壤水利用效率, 可在一定程度上缓解水资源紧缺的现状, 对于解决水资源短缺导致的粮食危机及生态安全问题具有十分重要的现实意义^[2]。

目前, 对区域土壤水资源的研究主要有三种方法: (1)实地观测法: 权全等^[3]用 33 个已知点的实测土壤水数据估算出 101 个未知点的含量, 并最终插值成 343 个点的空间分布图, 且土壤水分的确定系数为 0.869。(2)模型模拟法: 李洪等^[4]基于 HYDRUS-2D 对由于降雨、蒸发和植物蒸腾作用导致的土壤不饱和区的水含量分布变化进行了模拟计算; 朱奎^[5]用 SWAT (Soil and Water Assessment Tool) 模型模拟了海河流

域 1995~2004 年的多年平均土壤水资源量以及 2000 年月尺度上的土壤水资源状况。(3)遥感反演法: 王文生等^[5]基于遥感监测蒸散量, 通过水量平衡的方法, 对馆陶县用水总量、土壤水蓄变量进行了初步核定与分析。以上几种方法中, 实地观测花费较高, 且插值区的精度难以保障; 模型模拟在应用中常面临数据不足的问题, 通常会进行一些简化处理, 影响了精度; 遥感反演可同时获得大区域的土壤含水量, 反应迅速、花费少, 但是受制于遥感波段对地表的穿透能力, 不能对土壤水资源有一个全面的认识。

层次分析法是美国著名的运筹学家 Saaty 教授于 20 世纪 70 年代提出的一种定性定量相结合的决策分析方法。近年来, 层次分析法在水资源领域的应用越来越广泛: Surabuddin Mondal, Md. 等^[6]基于研究区的地貌、地质、排水、线性构造、坡度和地势等构成的水文地貌专题图, 利用高分辨率 IRS-1C LISS III 和全色卫星融合数据, 采用层次分析法对 Rishikesh 地区的地下水潜力进行了评价; 倪晋仁等^[7]引入层次分析法确定了不同土地利用类型在影响水土流失方面的权重, 定量反映了土地利用结构对区域水土流失的影响; 苏德林等^[8]运用层次分析法对松花江哈尔滨江段水体的

收稿日期: 2013-03-12

基金项目: 国家自然科学基金: 基于静止气象卫星数据的区域尺度土壤水分反演方法研究(41271379); 中国科学院重点部署项目: 黄河源区冻土变化的水文效应(KZZD-EW-13); 国家重点基础研究发展计划(2010CB428800)

作者简介: 周芳成 (1988-), 男, 山东烟台人, 硕士研究生, 研究方向为地表参数遥感定量反演与水文模拟。E-mail: zhoufangcheng11@gmail.com

水环境质量进行了评价。前人的研究证明了层次分析法应用于水资源领域的可靠性,本文尝试结合遥感数据的大尺度性以及GIS强大的空间分析功能,将层次分析法应用于土壤水资源数量及分布的研究,并以石家庄为例对本方法进行验证。具体的研究流程如图1所示。

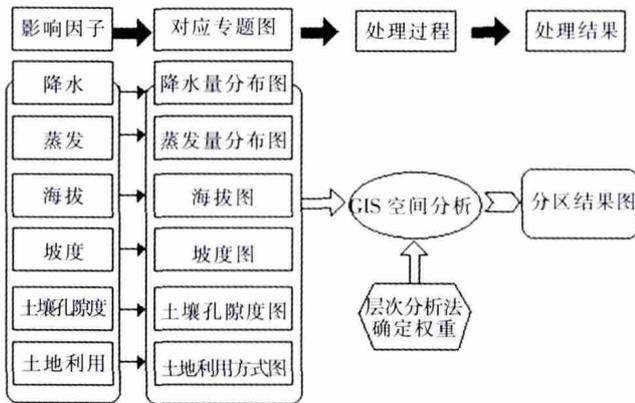


图1 GIS与遥感支持下基于AHP的土壤水资源量分区评价流程图
Fig.1 The flow of the division evaluation of soil moisture resources based on GIS and RS using AHP

2 研究方法

2.1 选取土壤水影响因子

根据研究区实际情况,依据科学性、完备性、简洁性、动态性、数据可获得性的原则选取土壤水影响因子,获取影响因子的遥感专题图,并进行统一栅格大小、投影方式和研究区裁剪等预处理。

2.2 计算影响因子权重

影响因子的权重对于模型的计算精度至关重要,在实测资料匮乏的情况下专家知识具有非常大的可信度,层次分析法可以有效的将合理的数学方法和专家的先验知识相结合,将其应用于求解影响因子的权重:

(1)构造判断矩阵。采用1~9标度法将n个因子的重要性进行两两比较,若因子*i*相对因子*j*的比值为 a_{ij} ,则因子*j*相对因子*i*的比较值为 $1/a_{ij}$,由此可以建立 $n \times n$ 阶的判断矩阵*A*。

(2)检验判断矩阵的一致性。计算出判断矩阵*A*的最大特征根 λ_{max} ,然后计算判断矩阵一致性指标:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

式中:CI值越大,说明判断矩阵偏离完全一致性的程度越高。一般判断矩阵的阶数*n*越大,CI值就越大。当*n*<3时,判断矩阵具有完全一致性;当*n*≥3时,采用随机一致性比率CR检验判断矩阵的一致性。CR的计算式为:

$$CR = CI / RI \quad (2)$$

式中:RI为平均随机一致性指标,根据判断矩阵的阶数取值^[9]。当CR<0.10时,认为判断矩阵的一致性可以接受,否则需要对判断矩阵进行适当的修正。

(3)计算权重。确定*A*具有一致性后,计算 λ_{max} 对应的特征向量 $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ 。对向量*w*进行归一化处理得到各因子的权重*w'*。

2.3 构建模型并计算

$$K = \sum_{i=1}^n w_i' b_{ij}$$

式中:*K*为土壤水资源评分;*n*为影响因子个数; w_i' 为第*i*个影响因子对应的权重; b_{ij} 是第*i*个影响因子的人工判分。

依据获得的土壤水资源评价模型,利用GIS的空间分析功能进行各个遥感专题图间的图层运算,计算每一个像元的*K*值,得到*K*值的空间分布图并进行分析,得出结论。

3 实例研究

3.1 研究区概况

石家庄市位于37°27'~38°47'N,113°30'~115°20'E之间(图2)。地处太行山前冲洪积平原,西靠太行山,东接河北中部平原,地势由西至东逐渐降低,跨太行山地和华北大平原两大地貌单元。该区属大陆性季风气候,四季分明,多年平均气温12.8℃;多年平均降水量489.3mm,降水年内分配极不均匀,多集中在6~9月,其降水量占年降水总量的70%~80%;水面蒸发强烈,多年平均蒸发量为1992mm。较大的河流有滹沱河、冶河、绵河、甘陶河、洨河、太平河、金河、木刀沟等。

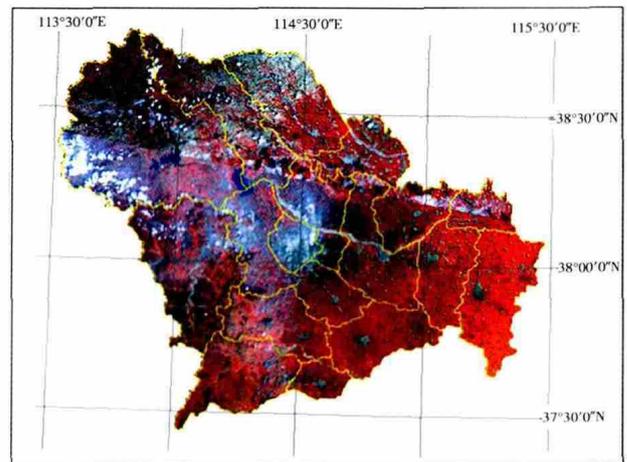


图2 研究区地理位置图
Fig.2 The geographical location of the research area

3.2 数据源及预处理

本次研究数据主要有遥感数据、气象数据、土壤数据、地形数据等。土地利用类型由石家庄地区 TM 遥感数据提取出水体、水田、滩地、旱田、草地、林地、未利用地、城镇用地共 8 类;降水与蒸发数据来自《石家庄统计年鉴 2000》,通过距离权重倒数法插值得到了石家庄市的全市降水量分布图和蒸发量分布图;海拔与坡度数据从全国 90m 分辨率的 DEM 图提取;土壤孔隙度数据是基于 1:100 万的中国土壤特征数据集,选取对土壤水影响最大的地表以下 0~30cm 土壤层,通过经验公式计算获得。将全部专题图统一投影为 WGS_1984_UTM_Zone_50N、空间分辨率为 90m 的栅格图像。

3.3 影响因子选取及赋值

根据研究区特征筛选土壤水影响因子。石家庄市土壤绝大部分为轻壤土和中壤土,其中轻壤土分布最为广泛,约占土壤总面积的 91%^[10],因此土壤质地差异忽略不计;石家庄市地下水位普遍较低,对于评价土壤水影响不大,因此地下水位差异忽略不计。本文最终选定土壤水影响因子为降水、蒸发、海拔、坡度、土壤孔隙度、土地利用方式,共 6 个。

降水与蒸发:降水与蒸发数据直接影响着土壤含水量的初始值和动态信息,也反映了当地的气象条件,对于土壤含水量有很大的影响。考虑到研究区气候条件差别不大,因此将降水与蒸发量各分成 5 级(为了削弱赋值引起的各级之间差别的扩大,本文一律采用由 10 向下取值的方法,在下文中将不再赘述)。由于降水量对土壤水的影响呈正相关,由小到大对各级分别赋值 $b_{1j}=6,7,8,9,10$;蒸发量对土壤水量的影响呈负相关,由小到大对各级分别赋值 $b_{2j}=10,9,8,7,6$ 。

海拔与坡度:通过前人试验可知,土壤含水量随地势降低而升高^[11],随坡度增加而递减^[12]。由石家庄市 DEM 得到石家庄市的海拔高度为 28~2 281m,地貌类型主要有山地、丘陵、盆地和平原,参考地貌分类的标准将海拔区间分成 4 级,由小到大对各级分别赋值 $b_{3j}=10,9,8,7$;由 DEM 得到坡度区间为 0~73.1628°,依据国际地理学联合会地貌调查与地貌制图委员会关于地貌详图应用的坡地分类标准,参照平原、微斜坡、缓斜坡、斜坡、陡坡、峭坡、垂直壁的规定,将坡度区间分成 7 级,由小到大对各级分别赋值 $b_{4j}=10,9,8,7,6,5,4$ 。

土壤孔隙度:通过前人试验可知,相同类型的土壤中,土壤孔隙度大则土壤水分蒸发量大,土壤保水能力较弱,土壤含水量较小^[13]。由中国土壤特征数据集获得

石家庄市地表以下 0~30cm 的砂粒含量分布图,根据 Cosby 等^[14]建立的土壤孔隙度与土壤成分之间的统计关系:

$$\theta_{sat}=0.489-0.00126(\%sand) \quad (3)$$

式中: θ_{sat} 为土壤孔隙度; $\%sand$ 为土壤中砂粒百分比含量。石家庄市土壤孔隙度区间为 38.4%~48.9%。由于石家庄市主要土壤类型是壤土,其中轻壤土占土壤总面积的 91%,性质相对稳定,因此假设土壤孔隙度与土壤含水量成负相关,将孔隙度区间分成 4 级,由小到大对各级分别赋值 $b_{5j}=10,9,8,7$ 。

土地利用方式:依据石家庄的 TM 遥感影像解译出水田、水体、滩地、旱地、林地、草地、未利用地和城镇用地共 8 类土地利用类型。不同的土地利用类型对土壤水资源分布有较大影响^[15-17],如水体下的土壤可认为饱和;林地、草地及农田,由于植物根系分布深度不同,耗水量和蒸发量不同,由此引起土壤的干燥强度也不同,3 种土地利用类型的土壤含水量是农田>草地>林地^[15]。根据前期学者的试验得出的结论,假设 8 种土地利用类型对土壤含水量存在如下关系:

水体>水田>滩地>旱田>草地>林地>未利用地>城镇用地

由此对各种土地利用类型按照以上顺序依次赋值为 $b_{6j}=10,9,8,7,6,5,4,3$ 。

图 3 展示了影响因子赋值后的分级图:

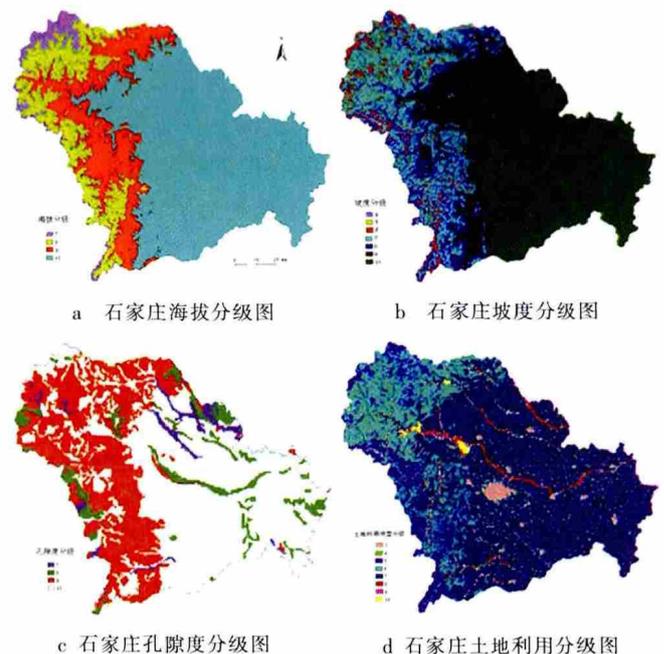


图 3 土壤水影响因子分级图

Fig.3 Classification of the impact factors on the soil moisture

3.4 影响因子权重计算

邀请专家打分并依据少数服从多数的原则构建影响因子权重见表 1:

表1 影响因子权重计算表
Table1 Calculation of the weights of the impact factors

影响因子	降水	蒸发	海拔	坡度	土壤孔隙度	土地利用	w_i'
降水	1	1	5	3	1/3	1/2	0.147
蒸发	1	1	4	3	1/4	1/3	0.126
海拔	1/5	1/4	1	1/2	1/7	1/5	0.038
坡度	1/3	1/3	2	1	1/5	1/3	0.063
土壤孔隙度	3	4	7	5	1	2	0.388
土地利用	2	3	5	3	1/2	1	0.238

经计算得最大特征根 $\lambda_{max}=6.1788$, 由式(1)得 $CI=0.0358$, 通过查表可知当因子数 $n=6$ 的时候 $RI=1.24$ 。由式(2)得随机一致性比率 $CR=0.0289$, 小于 0.10, 判断矩阵的一致性可以接受, 说明专家打分合理^[9]。

3.5 结果与分析

将石家庄市的降水量分级图、蒸发量分级图、海拔分级图、坡度分级图、土壤孔隙度分级图、土地利用类型分级图等 6 幅图导入 ArcGIS 中, 构建土壤水资源分布评价模型进行空间运算, 其表达式如下:

$$K=P \times 0.147 + E \times 0.126 + H \times 0.038 + S \times 0.063 + \alpha \times 0.388 + LU \times 0.238 \quad (4)$$

式中: K 为单个栅格的土壤水资源评分; P 为降水量; E 为蒸发量; H 为海拔; S 为坡度; α 为孔隙度; LU 表示土地利用类型。

由式(4)算出石家庄全市范围的土壤水资源得分, 利用 Natural Breaks(Jenks)法将得分分为 5 个等级(图 4), 按照得分由高到低依次定义为 1 级区, 2 级区, 3 级区, 4 级区, 5 级区, 依次表示土壤水资源由多到少。

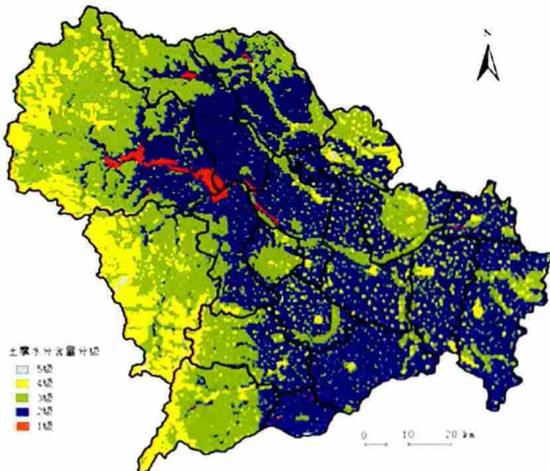


图 4 石家庄市 2000 年土壤水分含量等级分布图
Fig.4 Ranked distribution of the soil moisture in Shijiazhuang City in 2000

由图 4 可知石家庄市土壤水资源整体呈现东多西少, 平原多山区少的局面; 各个分区所占面积及占石家庄总面积百分比如表 2。全市范围内土壤水最丰富的 1 级区只有岗南水库、黄壁庄水库以及平山县境内水田种植区所处的位置; 土壤含水量相对丰富的 1 级区和 2 级区所占的百分比为 30.7%, 总共为 4868.5km², 其形状基本与平原区一致; 含水量处于中等的 3 级区面积最大, 约占石家庄市总面积的 41.13%, 主要位于石家庄西部山区和平原区的城镇密集部位; 山区部位的土壤水资源较平原地区少, 其原因主要是受高海拔和大坡度的影响, 土壤储水能力较弱, 降水易形成地表径流而入渗较少。在平原区可见零星的土壤水 3 级区分布, 通过查看土地利用图可知这些 3 级区主要是城镇用地, 由于城镇的不透水面积较大, 降水很难入渗, 土壤水相对较少, 这种现象在石家庄市等城市化较高的地区尤其明显。图中, 新乐市和无极县的土壤水资源量明显少于其他地区, 其原因主要是无极县的干旱水平较重, 而新乐市干旱原因主要与该市土壤性质有关。

表2 石家庄市土壤水资源分级表
Table2 Classification of the soil moisture resources in Shijiazhuang City

分区	所占面积/km ²	占总面积的百分比/%
1 级区	1150.56	7.26
2 级区	3717.94	23.46
3 级区	6518.28	41.13

本文利用河北农业大学杨路华教授《河北省土壤水资源分区与计算方法研究》^[18]、张振伟《河北省土壤水资源利用潜力分析与研究》^[19] 所得河北省土壤水资源分区的结论对所得结论进行间接检验, 与石家庄市土壤水资源量东部多于西部, 平原多于山区的结论相符, 表明本方法是合理有效的。

4 结论与讨论

本文提出了一种对区域土壤水资源研究的新思路: 基于层次分析法建立土壤水资源评价模型, 在 GIS 与遥感支持下实现对土壤水资源的空间分析, 并以石家庄 2000 年为例进行分析, 结果表明该方法是合理有效的。随着土壤水的重要性被广泛认识, 对其的研究也逐渐多元化, 本方法借助了专家对研究区的认知经验, 通过层次分析法的分层评价功能将其转化为定量指标, 结合了遥感数据易取得、全覆盖的优势, 以及 GIS 强大的空间分析运算功能。

未来,随着本方法的成熟,借助遥感与GIS获得最新的数据专题图作为输入、基于对研究区更深入了解的专家知识进行重新打分,可期望获得及时、准确的区域土壤水资源分布情况,特别是有望在小时时间尺度数据源的支持下获得实时的土壤水资源分布,可监测旱涝,还能满足精细农业灌溉以及水资源调配的指导要求,对农业生产、水资源高效合理利用等具有现实意义。针对本方法的不足之处未来还需进行深入的研究,与土壤水分同化技术的结合是进一步研究的方向。

参考文献:

- [1] 朱奎.基于区域水循环的土壤水资源评价理论与方法初步研究[D].北京:中国科学院地理科学与资源研究所,2007. (ZHU Kui. Research on the theory and method of soil water resources assessment based on regional hydrologic cycle [D]. Beijing: Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, 2007. (in Chinese))
- [2] 刘昌明,李云成.“绿水”与节水:中国水资源内涵问题讨论[J].科学对社会的影响,2006,(1):16-20. (LIU Changming, LI Yuncheng. “Green water” and water-saving: discussion on China’s water content [J]. Compact of Science on Society, 2006, (1): 16-20. (in Chinese))
- [3] 权全,解建仓,沈冰,等.基于实测数据及遥感图片的土壤采样方法[J].农业工程学报,2010,26(12):237-241. (QUAN Quan, XIE Jiancang, SHEN Bing, et al. Soil sampling method based on field measurements and remote sensing images [J]. Transaction of the CSAE, 2010, 26(12): 237-241. (in Chinese))
- [4] 李洪,黄国强,李鑫钢.自然条件下土壤不饱和区中水含量分布模拟[J].农业环境科学学报,2004,23(6):1232-1234. (LI Hong, HUANG Guoqiang, LI Xingang. HYDROUS-2D modeling of water contents in soil under climatic conditions [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2004, 23(6): 1232-1234. (in Chinese))
- [5] 王文生,付贵增,阎战友,等.遥感监测ET技术在区域水资源量核定中的应用研究[J].海河水利,2010,(5):1-4. (WANG Wensheng, FU Guizeng, YAN Zhanyou, et al. Application research of remote sensing monitoring ET technology in regional water resources check [J]. Haihe Water Resources, 2010, (5): 1-4. (in Chinese))
- [6] Surabuddin, Mondal M., Pandey, A., Garg, R. Groundwater prospects evaluation based on hydrogeomorphological mapping using high resolution satellite images: A case study in Uttarakhand [J]. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 2008, 36(1): 69-76.
- [7] 倪晋仁,李英奎.基于土地利用结构变化的水土流失动态评估[J].地理学报,2001,56(5):611-621. (NI Jiren, LI Yingkui. Dynamic assessment for soil erosion based on land-use structure change [J]. Acta Geographica Sinica, 2001, 56(5): 611-621. (in Chinese))
- [8] 苏德林,武斌,沈晋.水环境质量评价中的层次分析法[J].哈尔滨工业大学学报,1997,29(5):105-134. (SU Delin, WU Bin, SHEN Jin. Modeling and optimization of steering rods of multi-axle steering automobiles [J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 1997, 29(5): 105-134. (in Chinese))
- [9] 洪志国,李焱,范植华,等.层次分析法中高阶平均随机一致性指标(RI)的计算[J].计算机工程与应用,2002,38(12):45-47,150. (HONG Zhiguo, LI Yan, FAN Zhihua, et al. Calculation on high-ranked RI of analytic hierarchy process [J]. Computer Engineering and Applications, 2002, 38(12): 45-47,150. (in Chinese))
- [10] 李藏柱.石家庄市志[M].石家庄:河北人民出版社,2004. (LI Cangzhu. History of Shijiazhuang City [M]. Shijiazhuang: Hebei People’s Publishing House, 2004. (in Chinese))
- [11] 吕贻忠,李保国,胡克林,等.鄂尔多斯夏初不同地形土壤水分的空间变异[J].中国农业大学学报,2002,7(5):38-43. (LV Yizhong, LI Baoguo, HU Kelin, et al. Spatial variability of soil water under different landform in Erdos Plateau at beginning of summer [J]. Journal of China Agricultural University, 2002, 7(5): 38-43. (in Chinese))
- [12] 贾海坤,刘颖慧,徐霞,等.皇甫川流域柠条林地水分动态模拟—坡度、坡向、植被密度与土壤水分的关系[J].植物生态学报,2005,29(6):910-917. (JIA Haikun, LIU Yinghui, XU Xia, et al. Simulation of soil water dynamics in a caragana intermedia woodland in huangfuchuan watershed: Relationships among slope, aspect, plant density and soil water content [J]. Acta Phytocologica Sinica, 2005, 29(6): 910-917. (in Chinese))
- [13] 孙树国,张建国,徐新文,等.塔克拉玛干地区土壤质地以及灌溉水水量及水质对土壤蒸发的影响[J].土壤通报,2009,40(6):1245-1249. (SUN Shuguo, ZHANG Jianguo, XU Xinwen, et al. The effect of soil texture and quantity and quality of irrigation water on soil moisture evaporation in the hinterland of the Taklimakan desert [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2009, 40(6): 1245-1249. (in Chinese))
- [14] Cosby, B. J., Hornberger, G. M., Clapp, R. B., et al. A Statistical exploration of the relationship of soil moisture characteristics to the physical properties of soils [J]. Water Resources, 1984, 20(6): 682-690.
- [15] 史竹叶.神木试区土壤水分资源状况[A].中国科学院水利部西北水土保持研究所集刊(神木水蚀风蚀交错带生态环境整治技术及试验示范研究论文集)[C].1993,(2):130-135. (SHI Zhuye. Soil water resource in the Shenmu experimental area [A]. Proceedings of NISWC, Academia Sinica and Ministry of Water Resources [C]. 1993, (2): 130-135. (in Chinese))
- [16] 王志强,刘宝元,张岩.不同植被类型对厚层黄土剖面水分含量的影响[J].地理学报,2008,63(7):703-713. (WANG Zhiqiang, LIU Baoyuan, ZHANG Yan. Effects of different vegetation types on soil moisture in deep loess soil profiles [J]. Acta Geographica Sinica, 2008, 63(7): 703-713. (in Chinese))
- [17] 李昌峰,高俊峰,曹慧.土地利用变化对水资源影响研究的现状和趋势[J].土壤,2002,34(4):191-196,205. (LI Changfeng, GAO Junfeng, CAO Hui. Present situation and development trend of land use change on water resources impact study [J]. Soils, 2002, 34(4): 191-196,205. (in Chinese))

(下转第76页)

污调控,蓄清排浑。加大《水法》宣传力度,使人们具有防治水污染的意识。加强黄河水资源保护法规建设,以遏制水污染的发展。

建议三门峡城市污水处理厂尽快发挥效益作用。建议三门峡供水单位以“预防为主”的原则,向城市供应符合卫生要求的生活饮用水,保障居民人身健康。同时,按标准规定的防护地带要求,做好饮用水源保护工作,严禁在水源地附近进行捕捞、停靠船只、游泳和从

事可能污染水源的任何活动,以有效防止水源污染。

参考文献:

- [1] SL219-1998,水环境监测规范[S]. (SL219-1998, Water Environment Monitoring Technical Standard [S]. (in Chinese))
- [2] GB3838-2002,地表水环境质量标准[S]. (GB3838-2002, Environmental Quality Standards for Surface Water [S]. (in Chinese))
- [3] GB8978-1996,污水综合排放标准[S]. (GB8978-1996, Comprehensive Emissions Standard for Sewage [S]. (in Chinese))

Analysis of Yellow River Drinking Water Source Pollution in Sanmenxia City

ZHENG Baowang¹, SUO Huqin², SUO Geng², ZHANG Chuan², HOU Yanan²

(1.Henan Yellow River Hydrological Survey and Design Institute, Zhengzhou 450004 China;
2.Sanmenxia Reservoir Hydrology and Water Resources Bureau of YRCC, Sanmenxia 472000 China)

Abstract: The Yellow River is the source for drinking water, industrial and agricultural water use in Sanmenxia City. With the development of economic society and intensely growing of human activities, the Yellow River water pollution becomes serious. In order to size up the situation of the Yellow River drinking water source pollution in Sanmenxia City, and refer to Standard GB3838-2002 and observed data of water quality from 2004 to 2012, we made an analysis of the Yellow River drinking water source quality. The results show that the water source is at grade V- , the main pollution items include ammonia nitrogen and COD, so this paper put forward to strengthen the drinking water source monitoring, seek for pollution causes and adopt effective measures to control worsen quality of local water source.

Key words: Yellow River; drinking water source; water pollution status; analysis and research

(上接第 20 页)

[18] 杨路华. 河北省土壤水资源分区与计算方法研究 [D]. 武汉: 武汉大学, 2007. (YANG Luhua. Study on Evaluating Method of Soil-water Resources Zoning in Hebei Province [D]. Wuhan: Wuhan University, 2007. (in Chinese))

[19] 张振伟. 河北省土壤水资源利用潜力分析与研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2008. (ZHANG Zhenwei. Study on Evaluating Method of Soil-water Resources Zoning in Hebei Province [D]. Baoding: Agricultural University of Hebei, 2008. (in Chinese))

Research on Distribution of Soil Moisture Resources Using Analytic Hierarchy Process Based on GIS and RS: Taking Shijiazhuang City As Study Case

ZHOU Fangcheng, SONG Xiaoning, LENG Pei, MA Jianwei, LI Shuang

(College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: This paper developed a new method to research the distribution characteristics of regional soil moisture resources by GIS (Geographic Information System) and RS (Remote Sensing) in accordance with AHP (Analytic Hierarchy Process) and took Shijiazhuang City in 2000 as a case. Firstly, 6 impact factors which can affect soil moisture content were chosen, namely precipitation, evaporation, altitude, slope, soil porosity and land use, and an evaluation model for the distribution characteristics of soil moisture resources was established by using AHP to ascertain the weights of these factors. Secondly, on the spatial analysis of GIS, the soil moisture of Shijiazhuang City was divided into 5 grades. This can to be a quick method to obtain regional soil moisture.

Key words: soil moisture resources; AHP; GIS; remote sensing; Shijiazhuang City