

基于GIS/RS的南方丘陵区农村水资源系统脆弱性评价 ——以衡阳盆地为例

邹 君, 郑文武, 杨玉蓉

(衡阳师范学院资源环境与旅游管理系, 湖南 衡阳, 421002)

摘要: 采用GIS/RS的方法, 以衡阳盆地为研究对象, 构建由年降水量, 少雨期干旱指数, 坡度指数, 土壤蓄水能力指数, 植被覆盖指数, 土地利用指数, 水源可获得性指数和人类活动指数8个具体指标组成的基于GIS/RS方法的水资源脆弱性评价指标体系, 对衡阳盆地农村水资源脆弱性进行定量评价。结果表明, 衡阳盆地农村水资源系统脆弱度的空间分布总体表现为“南北低、中间高”的分布态势, 北部的衡阳县、西部的祁东县和中部的衡南县是全区水资源脆弱性最高区域, 而南部的常宁、耒阳和东北的衡东县是全区水资源脆弱性低值区。基于GIS/RS的水资源脆弱性评价方法与传统研究方法所得结果具有较好的相似性, 但是, 相对于传统的评价方法, GIS方法的评价结果更为细致和精确。

关 键 词: 水资源; 脆弱性; 南方丘陵区; GIS; RS

中图分类号: TV211.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2014)08-1010-08

20世纪90年代水资源综合管理思想逐渐兴起, 考虑自然、人文、经济、社会、政治等诸多因素的水资源综合评价成为水资源管理中的基础性研究工作^[1]。国外先后出现水资源脆弱性指数(WR-VI)、水贫困指数(WPI)、加拿大水资源可持续发展指数(CWSI)等众多水资源综合评价指数。目前, 水资源脆弱性的概念内涵尚处讨论之中, 分析框架亦有区别。Giesen^[2], Sullivan^[3], Babel^[4]等人分别从不同角度对水资源系统的脆弱性内涵进行阐释, 因此, 评价指标体系尚有差异。就评价方法上来看, 定量和半定量的综合指数法是当前水资源脆弱性研究的一种趋势, 得到较为广泛的运用^[3,5]。国内的水资源脆弱性研究尚处起步阶段, 部分学者将地下水脆弱性概念引申到水资源脆弱性研究领域, 就水资源脆弱性的概念、内涵、定量评价等方面做了一些有益的工作。例如, 刘绿柳提出了水资源脆弱性的概念, 并且给出了一个包含本质脆弱性和特殊脆弱性两大方面的水资源脆弱性定量评价指标体系和评价方法^[6]。杨燕舞等则从水资源和区域可持续发展的角度探讨了水资源脆弱性的

概念内涵及其与区域可持续发展的关系^[7]。笔者近年来就南方丘陵区地表水资源的脆弱性概念及其定量评价做了初步探讨^[8-10], 采用传统的综合指数法对衡阳盆地地表水资源系统的脆弱性定量评价。这些成果以县域为最小评价单元, 对衡阳盆地和湖南省的地表水资源系统的脆弱性进行评价和分级, 每个县域只有一个脆弱度结果, 评价结果粗略。基于此, 本文拟在前期研究工作的基础上, 采用基于GIS与RS的新方法和新技术, 以更为精细的评价单元对衡阳盆地农村水资源系统的脆弱性进行定量评价。

1 研究区概况

衡阳盆地位于长江流域湘江中下游地区, 大致与湖南省衡阳市所辖的行政区域相当。四周为海拔800~1 300 m的中低山所包围, 向内逐渐过渡为海拔500 m以下的低山丘陵, 素有“衡阳红色盆地”之称。土壤以地带性红壤和紫色土占主导地位, 植被覆盖较差。属中亚热带季风湿润气候, 多年平均降水量1 336.9 mm, 季节性干旱现象比较严

收稿日期: 2013-01-02; 修订日期: 2013-12-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(41271533)、南阳师范学院启动项目(12B43)和湖南省人文地理重点学科建设项目资助。

作者简介: 邹 君(1973-), 男, 湖南邵阳人, 博士, 教授, 主要从事水资源方面的研究。E-mail: zoujun4@163.com

重。水资源总量 $107.4 \times 10^8 \text{ m}^3$, 人均占有量约为 1350 m^3 , 为全省平均水平的 54%。衡阳为湖南农业大都市, 经济发展相对落后, 2011 年三次产业比重为 17.3:48.3:34.4 点。人口 794.15×10^4 人, 其中, 乡村人口 419.89×10^4 人。衡阳盆地是湖南第二大商品粮基地, 农业以种植业特别是粮食生产为主, 林牧渔业欠发达。随着用水需求的增长, 水资源将成为制约当地区域经济特别是农业可持续发展的主要因素。

2 研究思路与数据来源

2.1 研究思路

以前期相关研究成果为基础, 结合 GIS 的特点与数据的可获得性, 本文主要采用 GIS 空间分析方法对衡阳盆地农村水资源系统的脆弱性进行定量评价。其研究思路是:

首先, 依据南方地区农村水资源脆弱性的概念内涵, 兼顾数据的可获得性, 仍然从自然脆弱性(NV)、人为脆弱性(HV)和承载脆弱性(BV)3个方面选择8个指标作为基于GIS的衡阳盆地农村水资源系统脆弱性(VEWRS)评价指标体系(图1)。

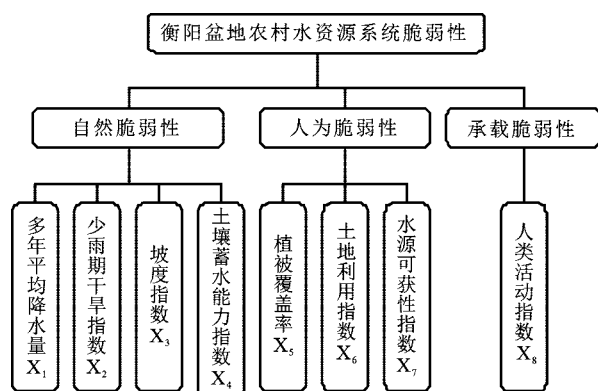


图1 基于GIS/RS的衡阳盆地农村水资源系统脆弱性评价指标体系

Fig.1 Vulnerability assessment index system of Hengyang eco-water resource based on GIS and RS

然后, 对各评价指标进行数字化和图层编辑处理, 生成8个主题数据层; 最后, 采用线性模型和加权求和模型将8个主题图层的相应网格值进行迭加运算, 输出衡阳盆地农村水资源系统脆弱度空间分布图。迭加运算的数学表达式为:

$$VEWRS(i,j) = X_1(i,j) \times w_1 + X_2(i,j) \times w_2 + \dots + X_8(i,j) \times w_8 \quad (1)$$

其中, (i,j) 表示各主题层第 i 行, 第 j 列的网格单元; w_i 表示相应主题因子的权重。VEWRS(i,j) 值越大说明脆弱度越大, 反之则反。

2.2 数据来源

本文的数据来源有: 降水和蒸发等统计数据来源于衡阳境内各气象站点观测数据; 土壤类型图来源于衡阳市农业区划图集; 土壤蓄水能力来源于前人研究成果^[1]; 植被覆盖率、人类活动指数、土地利用类型和水系分布等来源于 TM 影像; 人口和经济发展数据来源于 2010 年衡阳市统计年鉴。除植被覆盖率外, 所有遥感影像均来自 2009 年不同时间段的 TM 影像。

3 主题图层处理方法

3.1 多年平均降水量和少雨期(7~9月)干旱指数

首先, 将各县气象站点的地理坐标输入 ArcGIS, 生成气象站点图层; 然后, 将多年平均降水量和少雨期干旱指数作为点数据的属性字段加入到站点图层; 再次, 采用 Kring 方法插值, 形成覆盖研究区的降雨量和干旱指数数据; 最后, 对输出结果进行裁切操作, 生成研究区多年平均降水量(图2)和少雨期干旱指数(图3)数据图层。

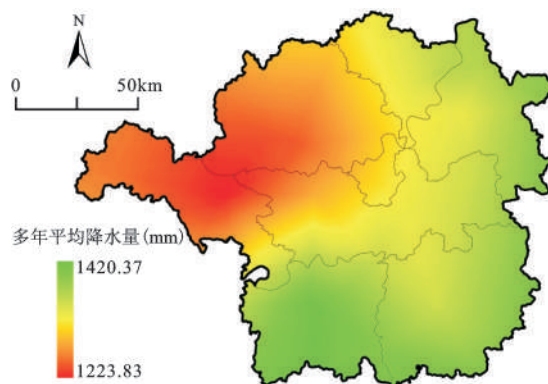


图2 衡阳盆地多年平均降水量空间分布

Fig.2 Spatial distribution of precipitation in Hengyang Basin

3.2 坡度指数

利用美国空间信息情报局(NGA)提供的 3 弧秒(90 m)分辨率的 DEM 影像, 采用 3 次卷积算法对存在少量缺值点或区进行插值, 最后生成坡度图像(图4), 并将其空间分辨率差值为 30 m。

3.3 土壤蓄水量指数

采用 1:5 万土壤图作为底图, 数字化并建立

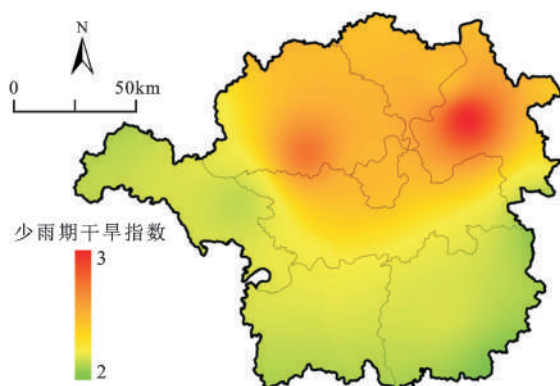


图3 衡阳盆地少雨期干旱指数空间分布

Fig.3 Drought index from July to September

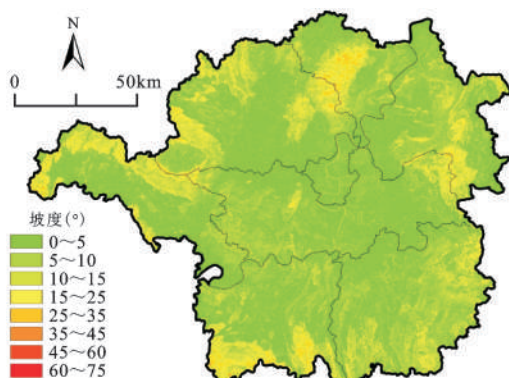


图4 衡阳盆地坡度

Fig.4 Slope in Hengyang Basin

投影坐标系,得到 Coverage 格式的土壤类型分布图。根据何福红等人^[11]的研究成果,对不同的土壤类型赋予相应的土壤蓄水能力,最终得到衡阳盆地土壤蓄水能力分布图(图5)。

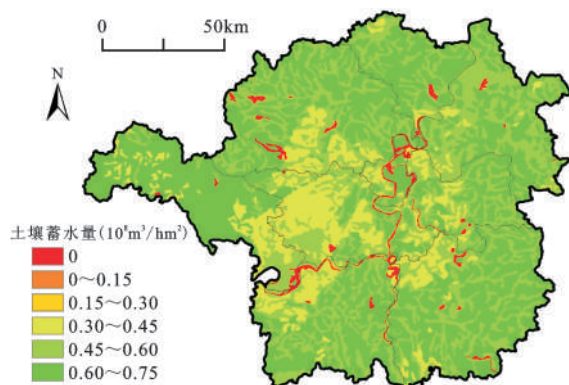


图5 衡阳盆地土壤蓄水能力空间分布

Fig.5 Water saving capacity of soil in Hengyang Basin

3.4 植被覆盖率

衡阳盆地处在 TM 影像的第 123 轨道和 124 轨道以及第 41 行和 42 行之间,至少需要 3 幅影像才能覆盖整个区域,因此难以获取研究区同一时间的数据。考虑到植被覆盖率的时间变化不明显,对本研究结果影响不大。经过反复筛选,最终选择最为清晰的 2001 年 12 月 29 日 p123r41、1999 年 12 月 24 日 p123r42 和 2002 年 1 月 5 日 p123r42 等 3 幅 TM6 影像。为了消除影像在时间上的差异性,对原始影像进行了直方图配准,并应用衡阳盆地 1:50 000 地形图进行了影像的几何校正。然后反演出 NDVI 值,最后根据下式计算植被覆盖率。

$$f_g = (NDVI - NDVI_0) / (NDVI_g - NDVI_0) \quad (2)$$

其中: f_g 为植被覆盖率, $NDVI_0$ 为无植被覆盖区域 NDVI 值,取研究区 NDVI 最小值, $NDVI_g$ 为高植被覆盖区 NDVI 值,取研究区 NDVI 最大值。衡阳盆地植被覆盖率计算结果如图 6 所示:

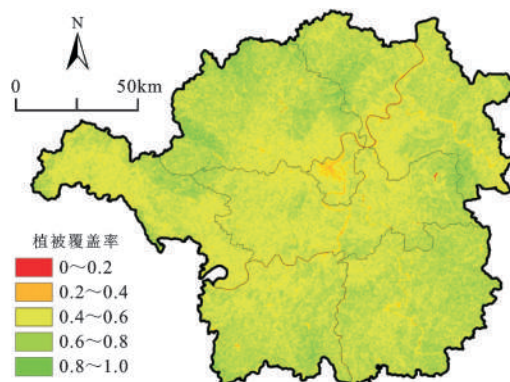


图6 衡阳盆地植被覆盖率

Fig.6 Vegetation coverage in Hengyang Basin

3.5 水源可获得性指数

该指数的含义是指某区域距离河流、湖泊和水库等水源地的远近。理论上讲,离水源地越近,其水资源的保证程度则越高,因此,水资源的脆弱性就越低。用该指数取代笔者前期传统评价方法中的单位国土面积蓄水量和有效灌溉面积比重两指标能够更加准确地表达评价区水资源保证程度的高低。

一般来说,对于水源周围 1 km 范围内的农田,其农业生产用水是可以得到保证的,生活取水也容易。因此我们对河流、湖泊和水库区域建立半径为 1 km 的缓冲区,并将区内的水源可获得性指

数设置为1;然后,将数据转换成GRID格式,在ArcInfo Grid模块下,计算各栅格距离水源的距离;最后,采用极值标准化方法将其转换成水源可获得性指数。离水源越近,指数值越大,越接近1;反之,则指数值越接近0。计算结果如图7所示。

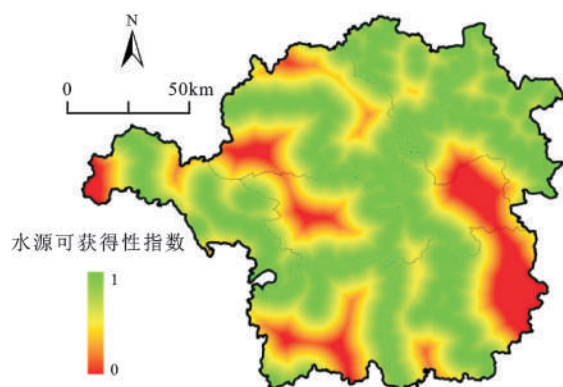


图7 衡阳盆地水源可获得性指数空间分布

Fig.7 Water availability index in Hengyang Basin

3.6 土地利用指数

土地利用状况反映人类经济系统对水资源的需求强度,因此,该指数不但能够完全表达传统评价方法中的水田比重指数所包含的水资源系统的脆弱性内涵,而且,能够表达的信息将更加全面,这也正是运用GIS与RS方法的优越之处。

土地利用指数是根据不同土地利用类型对水资源的依赖性差异,通过专家打分和层次分析法,确定不同土地利用类型的水资源脆弱度权重(表1)。研究区土地利用指数分布如图8所示。

表1 不同土地利用类型的水资源脆弱性权重

Table 1 Vulnerability weights of different kinds of land

土地利用类型	权重
建设用地	0.90
水田	0.75
望天田	0.56
水浇地	0.45
旱地	0.31
其他	0.24
林地	0.09

3.7 人类活动指数

传统方法将水资源承载脆弱性理解为人類活动给水资源系统带来的压力,因此,选择人口密度

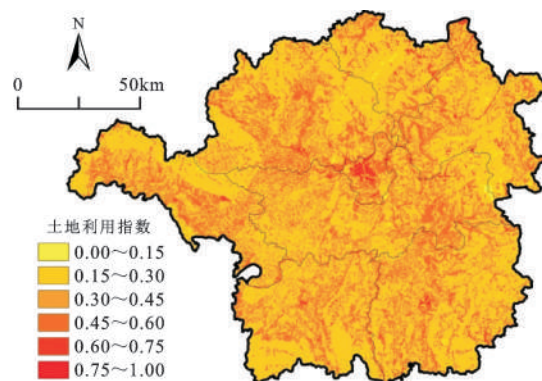


图8 衡阳盆地土地利用指数空间分布

Fig.8 Land use index in Hengyang Basin

和经济发展方面的指标来进行定量表征^[8~10]。基于GIS和RS的水资源系统脆弱性评价,承载脆弱性评价指标将用人类活动指数替代上述系列指标。该指数反映人类活动的强度,同样能够表征水资源系统承载脆弱性大小。人类活动强度越大,水资源系统的承载脆弱性越大。人类活动强度包括工业活动强度、农业活动强度和交通活动强度。工业活动集中发生在城镇区域,对周边区域有辐射作用;农业活动发生于耕地分布区域,对周边区域存在辐射作用;交通活动发生在道路交通沿线,对道路两边的区域存在辐射作用。因此,分别模拟城镇、耕地和交通线路的人类活动强度,然后采用空间插值、地形校正和空间叠加操作,获得区域人类活动强度指数。

1) 城镇和耕地区域提取

由于从国土局获取的土地利用数据为Mapgis格式,转换到ArcGIS格式时会丢失大量属性信息,数据处理难度大。因此,本研究采用基于遥感的方法,首先,对TM数据进行几何校正、辐射校正和镶嵌等操作;然后,应用最大似然比分类法提取耕地和城镇区域。为确保精度,以土地利用现状图(第二次土地详查数据)对上述提取结果进行验证。结合1:1万土地利用现状图对提取结果进行精度评价,误差矩阵见表2。结果表明,该方法的总体精度为88.00%,Kappa系数为74.47%,说明提取结果精度较高。

2) 城镇和耕地区人类活动强度指数计算

考虑到人类活动在城镇区主要表现为生活活动和工业生产,而在农业区则主要表现为生活活动和农业开发。因此,选择城镇区块面积、人均工

表2 土地利用现状图提取结果验证误差矩阵

Table 2 Matrix of deviations about extraction of land use

类型	耕地	城镇	其他	总和
耕地	126	4	11	141
城镇	2	32	4	38
其他	2	1	18	21
总和	130	37	33	200

业产值和城镇人口密度3个指标计算城镇人类活动强度指数;选择耕地区块面积、人均农业产值和农业人口密度3个指标计算耕地区人类活动强度指数。对各指标标准化后,采用专家打分和层次分析法确定指标权重,权重如表3所示。采用公式(1)和公式(2)估算城镇和耕地区的人类活动强度。

$$Q_n = A_n \times I_{an} + G_n \times I_{gn} + D_n \times I_{dn} \quad (3)$$

$$Q_c = A_c \times I_{ac} + G_c \times I_{gc} + D_c \times I_{dc} \quad (4)$$

其中, Q_n 和 Q_c 分别为耕地区和城镇区人类活动强度, A_n 和 A_c 为耕地和城镇区块面积指数, G_n 为耕地区人均农业生产总值, G_c 为城镇区人均工业生产生产总值, D_n 和 D_c 分别为耕地和城镇区人口密度, I_{an} 、 I_{gn} 和 I_{dn} 分别为耕地区区块面积、农业生产总值和农业人口密度等3指标的权重, I_{ac} 、 I_{gc} 和 I_{dc} 分别为城镇区区块面积、工业生产生产总值和城镇人口密度等3指标的权重。最后,得出城镇区人类活动强度指数和耕地区人类活动强度指数分布图(图略)。

表3 人类活动指数计算权重

Table 3 Weights of human activity index

	权重	指标	权重
城镇人类活动强度指标	0.60	城镇区块面积	0.18
		居民人均工业产值	0.27
		人口密度	0.55
		耕地区块面积	0.09
耕地区人类活动强度指标	0.40	居民人均农业产值	0.40
		农业人口密度	0.51

3) 交通活动强度

不同等级交通线路的人类活动强度是有差异的,根据研究区的实际情况和前人的研究成果,并结合专家打分和层次分析法,确定了不同等级交通线路的人类活动强度(表4)。

表4 不同等级交通线路人类活动强度表

Table 4 Human activity intensity of different road

道路	人类活动强度
国家级(国道和高速)	1.00
省级(省道)	0.82
县级(县乡道路)	0.56
乡级(大车路等)	0.33
村级(乡村公路)	0.29

4) 空间插值与地形校正

城镇区、耕地区和交通沿线的人类活动对周边区域具有辐射影响,这种影响随着距离的增加而逐渐减弱,为了考虑这种辐射影响,采用反距离加权法(IDW),在ArcGIS GRID环境下对城镇区、耕地区和交通沿线人类活动强度进行了空间插值。根据地理自相关理论和牛顿模型,选择坡度作为地形影响人类活动强度的控制因子。随着坡度的增加,人类活动会随之减少,一般采用反比例函数、指数函数或对数函数表示,本文采用对数函数对插值结果进行校正,校正公式如下:

$$Q = k \times \left(\frac{1}{\lg Slope} + b \right) \times Qi \quad (5)$$

其中: Q 为校正后的人类活动强度, Qi 为待校正人类活动强度, $Slope$ 为坡度, k 和 b 为调节参数,为了将人类活动强度值控制在 $[0, 1]$ 的范围内,仅对坡度大于2的区域进行校正,并令 $k=0.36$, $b=-0.51$ (将“ $Q=1$, $Slope$ =研究区坡度最小值”和“ $Q=0$, $Slope$ =研究区坡度最大值”代入(3)式,求出 k 和 b 的值)。校正后的结果如图9a、图9b和图9c所示。

5) 空间叠加

考虑到工业、农业和交通活动强度对区域人类活动强度贡献率不同,因此,采用专家打分法和层次分析法确定它们各自对人类活动指数的权重。结果依次为:0.54, 0.20, 0.25。然后,在ArcGIS GRID环境下建立估算模型(式6),最后采用反距离加权法(IDW)对城镇区、耕地区和交通线人类活动指数分布图进行空间插值,并且将数据统一转换为GRID格式。通过重采样操作将单元格大小设置为30 m,在ArcInfoGRID模块下进行空间叠加操作,得到区域人类活动强指数分布图(图9d)。

$$Q_h = Qi \times I_i + Q_n \times I_n + Q_t \times I_t \quad (6)$$

其中: Q_h 为区域人类活动强度指数; Qi 、 Q_n 、 Q_t 分别表示人类工业活动强度、农业活动强度和交通活动强度; I_i 、 I_n 、 I_t 分别表示工业活动强度、农业

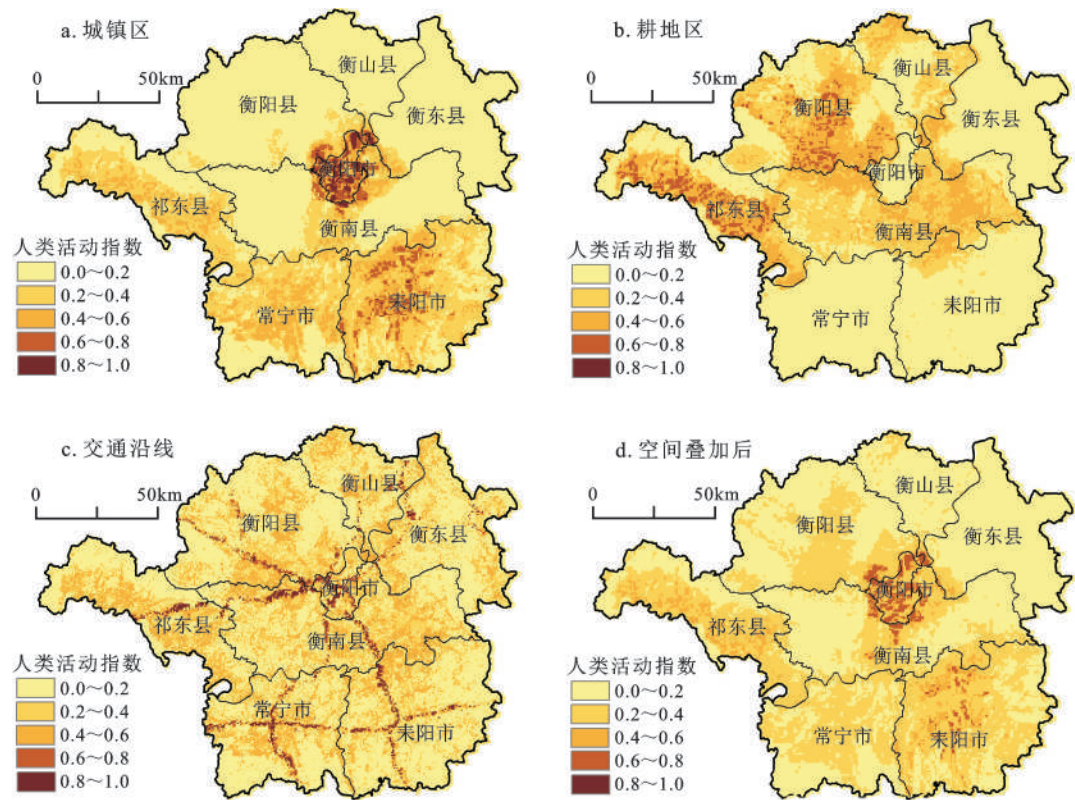


图9 衡阳盆地人类活动指数空间分布
Fig.9 Human activity index in Hengyang Basin

活动强度和交通活动强度对区域人类活动强度指数的权重。

4 衡阳盆地农村水资源系统脆弱度评价结果及讨论

4.1 最终结果

对上述8个指标数据进行极值标准化,将指标值控制在[0, 1]的范围之内,然后将所有数据转换成 GRID 格式,并使用 ArcGIS GRID 模块下 Resample 方法对数据进行重采样,将空间分辨率统一插值为 30 m,最后在 GRID 模块下建立空间叠加模型,其中,各指标的权重采用层次分析法求算(表 5),脆弱度计算结果见图 10。

4.2 结果分析与方法评价

根据图 10,可以发现,衡阳盆地农村水资源系

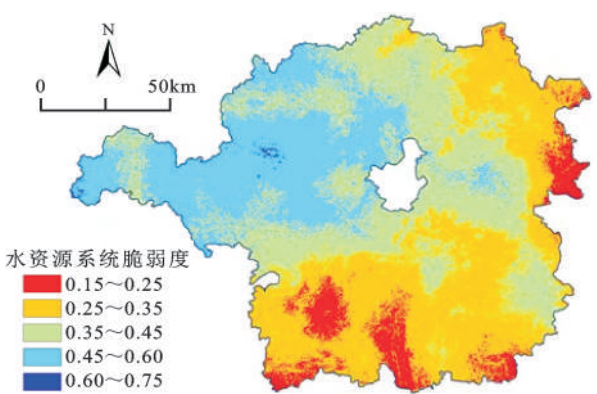


图10 衡阳盆地农村水资源系统脆弱性评价结果
Fig.10 Evaluation result of ecological water resource system vulnerability

统脆弱度的空间分布表现为“南北低、中间高”的分布态势,北部的衡阳县、西部的祁东县和中部的

表5 衡阳盆地生态水资源系统脆弱性评价指标权重
Table 5 Weights of eco-water resource vulnerability assessment index

指 标	多年平均 降水量	少雨期干旱 指数	坡度 指数	土壤蓄水能力 指数	植被覆盖 指数	土地利用 指数	水源可获得性 指数	人类活动 指数
权 重	0.21	0.14	0.10	0.07	0.06	0.08	0.16	0.17

衡南县是水资源脆弱性最高区域,而南部的常宁、耒阳和东北的衡东县是水资源脆弱性低值区。该评价结果与笔者此前采用传统方法^[8]的研究结果基本一致。

比较而言,该方法无疑具有传统方法所不具备的诸多优点:首先,由于该方法在评价单元上更加细化,从而使评价结果更加细致和精确。而传统方法的最小评价单元为县域,在一个县域范围内,不管其面积多大,得出的评价结果都只有一个;其次,该方法在数据处理上具有较大的优势,一旦建立区域相关指标数据库,评价过程将会变得十分方便和容易;再次,该方法在区域水资源系统脆弱性动态变化评价方面亦具有一定的优势,许多指标数据可以通过遥感图片及时更新,从而易于获得不同时段区域水资源脆弱性的动态变化结果。鉴于该方法的诸多优点,基于GIS和RS的方法将是区域水资源脆弱性评价的重要发展趋势。

5 结 论

水资源脆弱性定量评价大多采用传统的计量模型方法进行研究。本文采用基于GIS/RS的新方法和新技术进行区域水资源脆弱性的定量评价,提出了一套基于GIS/RS的水资源脆弱性评价方法,并以衡阳盆地为例,对其农村水资源系统的脆弱性进行定量评价。评价结果与笔者此前采用的传统方法的研究结果相似,说明该方法具有较好的可信度。而且,该方法具有评价单元细化、数据处理方便以及便于进行脆弱性动态变化评价等优点,是区域水资源脆弱性评价的重要发展趋势。今后,在社会经济数据的数字化方面还可进一步

细化至乡镇一级,使其与遥感数据的分辨率更加匹配;另外,需进一步研究区域水资源系统脆弱性的动态变化。

参考文献:

- [1] 王学雷,吕宪国,任宪友.江汉平原湿地水系统综合评价与水资源管理探讨[J].地理科学,2006,26(3):311~315.
- [2] Rutger de Graaf, Nick van de Giesen, Frans van de Ven. Alternative water management options to reduce vulnerability for climate change in the Netherlands[J]. Nat Hazards, 2009, 51(3): 407-422.
- [3] Caroline A. Sullivan. Quantifying water vulnerability: a multi-dimensional approach[J]. Stoch Environ Res Risk Assess, 2011, 25(4):627-640.
- [4] Mukand S. Babel, Vishnu P. Pandey, Aldrin A. Rivas et al. Indicator-Based Approach for Assessing the Vulnerability of Freshwater Resources in the Bagmati River Basin, Nepal[J]. Environmental Management, 2011, 48(5):1044-1059.
- [5] Mohamed A. Hamouda, Mohamed M. Nour El-Din, Fawzia I. Moursy. Vulnerability Assessment of Water Resources Systems in the Eastern Nile Basin[J]. Water Resource Manage, 2009, 23(13):2697-2725.
- [6] 刘绿柳. 水资源脆弱性及其定量评价[J]. 水土保持通报, 2002, 22(2):41~44.
- [7] 杨燕舞, 张雁秋. 水资源的脆弱性及区域可持续发展[J]. 苏州城建环保学院学报, 2002, 15(4):85~88.
- [8] 邹 君, 杨玉蓉, 田亚平, 等. 南方丘陵区农业水资源脆弱性概念与评价[J]. 自然资源学报, 2007, 22(2):302~310.
- [9] 邹 君, 刘兰芳, 田亚平, 等. 地表水资源的脆弱性及其评价初探[J]. 资源科学, 2007, 29(1):92~98.
- [10] 邹 君, 王亚力, 毛德华. 南方丘陵区生态水资源库脆弱度评价——以湖南省为例[J]. 生态学报, 2008, 28(8):3543~3552.
- [11] 何福红, 黄明斌, 李景保. 土壤水库和森林植被对水资源的调节作用[J]. 土壤与环境, 2001, 10(1):42~44.

Evaluation of Water Resources System Vulnerability in Southern Hilly Rural Region Based on the GIS/RS —Take Hengyang Basin as an Example

ZOU Jun, ZHANG Wen-wu, YANG Yu-rong

(Resource Environment and Tourism Management Department, Hengyang Normal University, Hengyang, Hunan 421002, China)

Abstract: The traditional econometric model is mostly utilized in water resources vulnerability assessment field. In recent years, the author and his research teams have studied the water resources vulnerability problem in Hengyang Basin using the traditional method. In order to explore better water resources vulnerability quantitative assessment method, in this article, GIS and RS technology was used to evaluated the vulnerability of water resources system in Hengyang Basin. Using GIS/RS method, take Hengyang Basin as the research region, construct a water resource vulnerability evaluation index system based on GIS and RS which contains natural vulnerability (NV), human vulnerability (HV) and burden vulnerability (BV) three aspects and include average precipitation, drought index during 7-9, slope index, soil water storage ability index, vegetation index, land use index, water availability index and human activity index 8 specific index. The index system has great differences to the indicator system of the traditional method. Firstly, use the human activity index to replace the series of index in original social and economic aspects of the traditional method. Secondly, increase water resources availability index and land use index to replace series of indicators about artificial vulnerability index in traditional method. Eight thematic data layers were generated after index data digitization and layer edit processing. Water resource vulnerability of Hengyang Basin was calculated using the spatial analysis model. The results show that water resources system vulnerability space distribution shows the situation of "north and south low, middle high", Hengyang in the north, Qidong in the west and Hengnan in the center is the highest water resource vulnerability areas. And LeiYang in the south, and Hengdong in the northeast is the water resource vulnerability low value areas. The evaluation results have good similarity between water resource vulnerability evaluation method based on the GIS/RS and the traditional research method. However, compared with the traditional evaluation method, the results of the evaluation of GIS method was more detailed and accurate. and this method has a larger advantage in data processing, once regional related indicators database was established, evaluation process will become very convenient and easy. At the same time, this method has the advantages of vulnerability dynamic change assessment because of many indexes data can get from the remote sensing image, which is easy to obtain the dynamic changes of the regional water resource vulnerability in the different periods. The research shows that the GIS/RS method in water vulnerability assessment has better reliability. Therefore, the method based on GIS and RS is the important development trend of the regional water resource vulnerability assessment.

Key words: water resource; vulnerability; southern hilly rural region; GIS; RS