

吉林省平原区地下水功能可持续性评价

范 伟¹,肖长来¹,熊后华²,梁秀娟¹

(1. 吉林大学环境与资源学院,吉林 长春 130026 ; 2. 湖北省地质环境总站,湖北 武汉 430051)

摘要 针对吉林省平原区内地下水资源面临的资源枯竭、生态功能退化、地质环境恶化等问题,以及地下水系统与生态环境系统、地质环境系统间的联系状况,运用地下水功能评价有关理论,建立吉林省平原区地下水功能评价模型,分析评价研究区地下水资源功能、生态功能和地质环境功能状况,掌握研究区地下水功能可持续性状况,为实现研究区地下水资源可持续利用提供指导依据。

关键词 吉林省平原区 地下水功能 资源功能 生态功能 地质环境功能 功能评价

中图分类号 X82 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6933(2009)03-0014-04

Study on sustainability assessment of groundwater function in plain area of Jilin Province

FAN Wei¹, XIAO Chang-lai¹, XIONG Qi-hua², LIANG Xiu-juan¹

(1. College of Environment and Resources, Jilin University, Changchun 130026, China ; 2. Hubei Geo-Environmental Station, Wuhan 430051, China)

Abstract The groundwater resources in Jilin Province are facing the following problems : insufficient resources, ecological function degradation and geo-environment deterioration. Based on the relationship between the groundwater, eco-environmental and geo-environmental systems, and applying the relevant theory of groundwater function, a groundwater function assessment model for the plain area of Jilin Province was established. In this model, the resources function, ecological function and geo-environmental function of groundwater were evaluated, and the sustainability of the groundwater function in the study area can be handled. This model can provide a guide for the sustainable utilization of the groundwater resources in the study area.

Key words plain area of Jilin Province ; groundwater function ; resources function ; ecological function ; geo-environment function ; function assessment

吉林省平原区包括吉林省中部以及西部广大地区,处于东经 121°38' ~ 127°、北纬 42°57' ~ 46°18' 之间,包括白城、松原、长春、吉林、四平 5 市所辖 18 县(区),总面积 72 051.27 km², 占吉林省总面积的 38.4%^[1]。该区处于中国湿润的东亚季风区和干旱内陆之间的气候过渡带,属半干旱、半湿润大陆性季风气候。该区气候受自然变化和人类活动的共同作用,对环境变化比较敏感,是全球变化响应比较突出的地区,属生态脆弱带^[1]。

近年来,随着区内人口的增加、工农业的发展以

及城镇规模的扩大,人类活动对地下水资源的影响日趋严重,不合理的开发利用行为带来地下水资源量剧减、地下水水质污染等问题,由此伴生的生态环境问题和地质环境问题也日益突出,如地下水位下降、水质恶化、土地‘三化’等^[2]。目前地下水资源的有关评价常常仅注重地下水在资源供给方面的评价,或者将水质与水量进行分离评价,而对地下水在生态地质环境方面的作用认识不足,因此亟需按新的要求对区域地下水评价的指导思想、理念和方法诸方面进行完善和发展,以利于协调综合地发挥地

基金项目 * 十一五’国家科技支撑重点计划项目 (2006BAJ08B09-01)

作者简介 范伟(1984—),男,湖北浠水人,博士研究生,研究方向为地下水科学与工程。E-mail :fanwei203@126.com

下水的资源、生态和地质环境功能,为提高地下水可持续利用能力提供科学依据^[3]。

鉴于吉林省平原区地下水有关问题的重要性和紧迫性,本文对该区地下水功能进行评价,从资源功能、生态环境功能、地质环境功能三个角度描述地下水资源可持续性。

1 基本概念及内涵

地下水功能 :是指地下水的质和量及其在空间和时间上的变化,对人类社会和环境所产生的作用或效应,包括地下水的资源供给功能(简称‘资源功能’)、生态环境维持功能(简称‘生态环境功能’)和地质环境稳定功能(简称‘地质环境功能’)。它主要用于描述地下水资源支撑社会经济、生态环境等系统良性发展的能力^[4-5]。

地下水资源功能 :是指具备一定的补给、储存和更新条件的地下水资源供给保障作用或效应,具有相对独立、稳定的补给源和地下水资源供给保障能力。生活用水、生态用水、生产用水这三大不同的方面都需要地下水系统的支持供给,不同的行业如工业、农业、林牧业等也把地下水作为重要的水源。首先体现在水量上,地下水充足、可持续、稳定的补给,才能保障社会经济和生态环境系统的可持续发展;其次需要注意的是资源功能中也有水质要求,地下水服务于各行各业,作为不同用途的资源在社会生产发展的各个环节中流通,在地下水资源被利用的每一个环节都对水质有一定的要求^[4-5]。

地下水生态功能 :是指地下水系统对地表植被或湖泊、湿地或土地质量良性维持的作用或效应。如果地下水系统发生变化,则生态环境出现相应的改变。地下水与生态环境间存在密切关系。与地下水有关的各种临界指标,如土壤含水量、土壤允许含盐量(作物耐盐度)、地下水适宜矿化度、地下潜水pH 值、地下水位临界埋深和地面控制沉降临界水位等,都与生态环境密切相关。如各指标在一定的区域处一个合理的阈值范围,生态环境就会往良性方向发展,否则就会向恶性方向发展^[4-7]。

地下水地质环境功能 :是指地下水系统对其所赋存的地质环境稳定具有支撑保护作用,如果地下水系统发生变化,则地质环境出现相应的改变。地下水尤其是深层承压水具有维持地下压力平衡、防止地面下沉和塌陷的作用。此外,地下水系统在赋存的地质环境中与外界进行水量交换。地质环境也制约了这种交换的发展程度^[3-4]。

2 评价体系

为实现可持续利用的目的,在综合考虑地下水

功能的原则下建立由目标层(A)、功能层(B)、属性层(C)和指标层(D)组成的地下水功能评价体系。各层组成情况分述如下。

A 层是系统总目标,仅包含 1 个要素(A) 地下水系统功能可持续利用。

B 层是描述总目标的功能准则,由资源功能(B₁)、生态功能(B₂)和地质环境功能(B₃)构成。

C 层是描述各功能层(B_i)的属性指标,由 B_i 对应属性指标构成,是各功能状况的评价基础。例如,资源功能(B₁)可用资源占有性(C₁)、资源再生性(C₂)、资源调节性(C₃)、资源可用性(C₄)等属性指标描述。

D 层是描述各属性指标(C_i)的最基础指标,各要素分别从不同侧面反映地下水系统某一属性状况,是地下水功能评价的根基和具体评价要素。D 层由 n 个属性指标构成,例如,资源占有性(C₁)可用补给资源占有率(D₁)、储存资源占有率(D₂)、可利用资源占有率(D₃)等要素指标描述^[3-8]。

3 评价标准与指标体系

地下水功能总体评价的评价标准 :包括属性评价标准、功能评价标准和系统综合评价标准,如表 1 所示。

表 1 地下水功能评价的分级标准

评价层次	指数值	分级状况	级别代码
系统层	0~0.2	弱	
	0.2~0.4	较弱	
	0.4~0.6	一般	
	0.6~0.8	较强	
	0.8~1.0	强	
功能层	0~0.17	弱	V
	0.17~0.34	较弱	IV
	0.34~0.67	一般	III
	0.67~0.84	较强	II
	0.84~1.00	强	I
属性层	0~0.2	差	
	0.2~0.4	较差	
	0.4~0.6	一般	
	0.6~0.8	较好	
	0.8~1.0	好	

在地下水功能评价中,遴选和确定主要影响因子及其性质是重要的基础工作。只有确定了影响因子,才能进一步针对各因子和地下水功能之间的关系分析确定评价指标,并建立评价体系。一般来说,影响并反映地下水功能的主要因素为 地下水补径排条件、地下水资源量状况、地下水动态变化特征、地下水位埋深、地下水水质状况、降雨蒸发条件、地表水水系分布、河川径流特征、人类活动的剧烈程度、地质构造运动等,本次研究依据地下水评价体系

组成及层次、组群之间关系,考虑到研究区的实际情况和已有数据情况,具体评价指标与体系的遴选如图 1 所示。

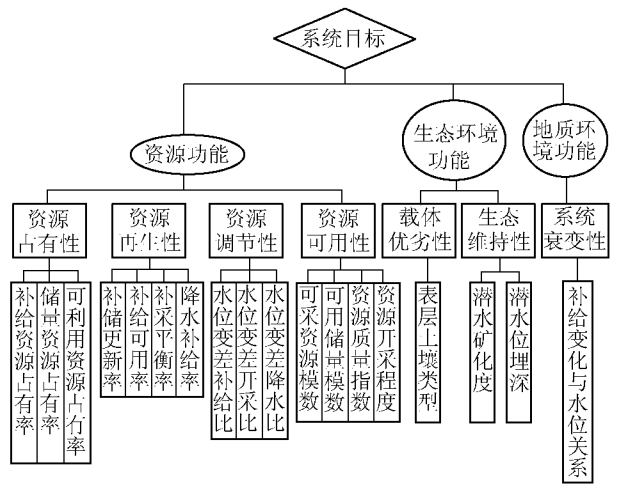


图 1 吉林省平原区地下水功能评价体系

4 评价步骤与评价方法

4.1 步骤

- a. 明确评价对象,确定评价基本单元。根据研究区地下水资源实际开发利用情况,结合研究区地质、水文地质条件,将第四系含水层地下水作为本次评价的对象。在此基础上进行水均衡相关计算,地下水功能评价的基本单元将建立在均衡计算单元的基础之上。在此步骤中进一步明晰区内地下水资源量、补给量、水位动态变化等情况。
- b. 在掌握第四系地下水资源有关基础数据的基础上,计算各评价属性对应评价指标值、各评价功能对应属性指标值。
- c. 求取各属性、各功能及总功能综合指数值。
- d. 参照评价标准,分析成图。

4.2 方法

本次评价计算方法主要采用层次分析法和空间属性叠加分析法,前者主要应用于步骤 c 中,实现综合指数值的求取;后者主要应用于步骤 d 中,实现功能评价成图。

首先根据可持续利用原则,确定地下水资源功能(B_1)、生态功能(B_2)和地质环境功能(B_3)的组合群拟实现的总目标及其权值关系。为了实现 B 层对总目标的描述,以 A 层的要求为准则,对 B 层指标进行相对重要性的两两比较,运用 1-9 标度法将得到系统 A 层的判断矩阵,获取权值 w_i ,并进行一致性检验,保证一致性比率 $C_R < 0.1$ ^[9]。评判矩阵表及功能权值如表 2 所示,经检验 $C_R = 0$,符合要求。

表 2 评判矩阵及功能权值

B	B_1	B_2	B_3	w_i
B_1	1	2	3	0.545
B_2	0.5	1	2	0.273
B_3	0.5	0.5	1	0.192

与上述方法相同,分别根据各功能(B_1 、 B_2 和 B_3)的准则要求和各属性(C_1 、 C_2 、 C_3 ,...)的要求,构建 B 层和 C 层判断矩阵。然后,进行层次排序及求解权向量,即确定上述各判断矩阵的同一层次各因子对于上一层次某指标相对重要性的排序权值,并检验和修正各判断矩阵的一致性。最后实现整个评价体系的层次总排序。

5 综合评价模型

根据各参数总排序权值(a_i),可对地下水功能进行综合评价。综合评价模型为

$$R = \sum_{i=1}^n a_i X_i$$

式中:R 为综合评价指数; a_i 为评价参数的权值; X_i 为评价参数值,为要素指标值归一化结果; n 为评价参数的个数。

根据计算可求得一系列 R 值,由 R 值可对研究区进行地下水功能区划,对照相应层次的评价分级标准,判别评价对象的状况,并作出评价。

6 评价结果及分析

根据上述理论方法,将其应用于研究区地下水功能评价,得到评价结果(图 2)。

由图 2 可知,研究区三大功能中,功能一般类型区所占比例最高,功能较弱类型区面积也分布广泛,功能强和弱两类型区分布最少。资源功能状况相对较差,功能区类型低于一般的面积为 46.56%,生态功能这一比例达到 19.87%,地质功能该比例为 38.5%。其中地质功能弱类型区面积比例高达 13.98%。就整体功能来看,洮儿河扇形地内地下水总功能状况较好,可持续性强,区内河流河谷地带地下水可持续性状况也较好,两处地下水资源丰富,补给条件好,径流活动活跃,水质条件相对较好。低平原中部及通榆南部地区和中部高平原区、河谷台地区整体持续性较弱,受气候条件和人为活动影响严重,该区域地下水资源相对贫乏,补给径流条件较差,水质多为Ⅳ、Ⅴ,浅层地下水矿化度较高,表层广泛覆盖砂土,局部地区属重度盐渍化区域。可持续性一般类型区分布范围最广,占 48.04%,说明全区内普遍存在地下水可持续性减弱的风险,值得今后在地下水资源开发利用工作中重点注意。

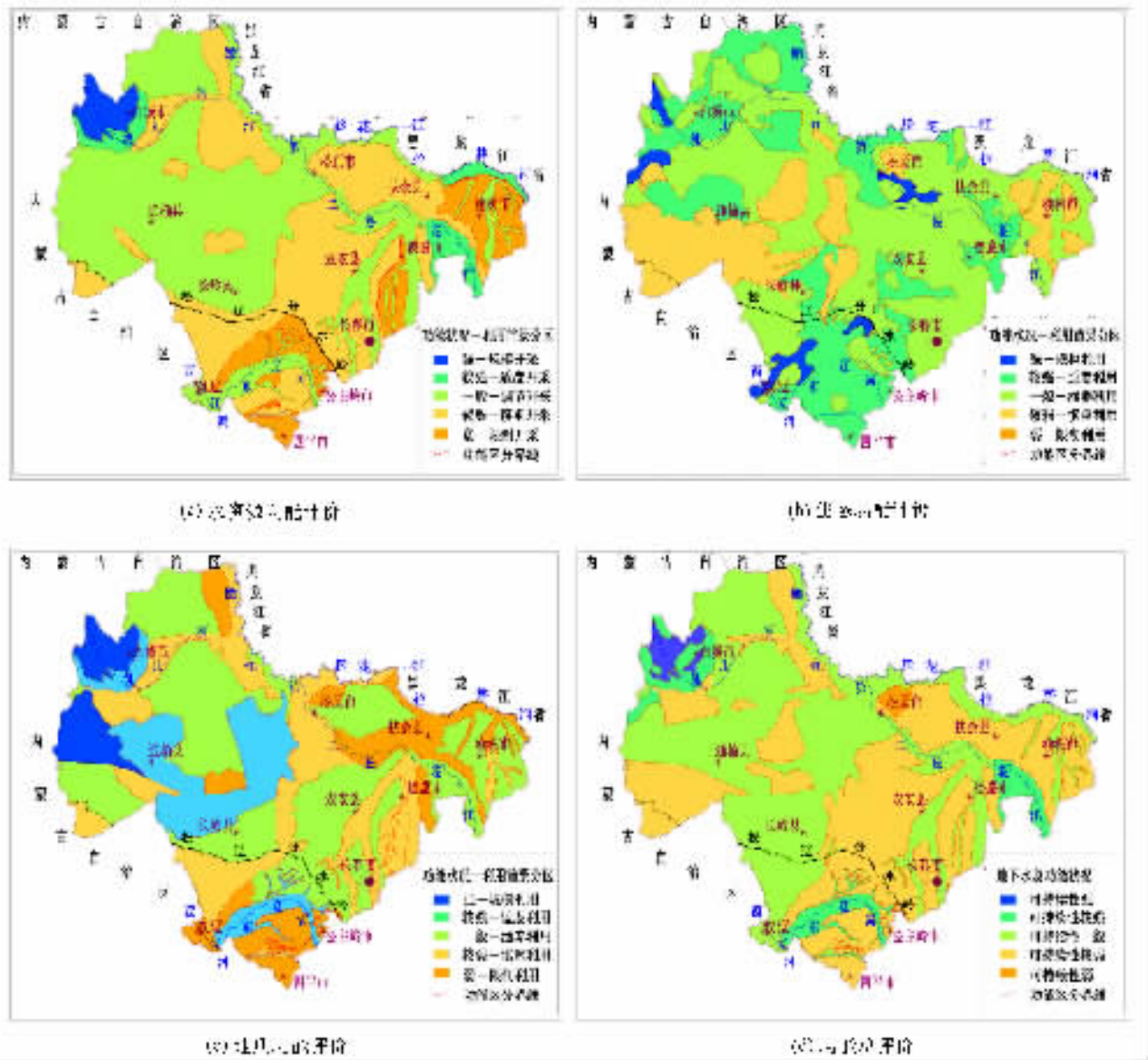


图2 地下水功能评价分区

7 结 语

地下水功能评价是地下水资源评价工作的延伸和拓展,开展地下水功能评价是为了充分发挥地下水的资源功能、生态功能和地质环境功能的整体最佳效益,是实现该区地下水可持续利用、有效保护其生态及地质环境的重要基础。目前国内外此项工作还处于不成熟阶段,本次地下水功能可持续性研究也仅是地下水功能评价理论的初探,旨在抛砖引玉。

参考文献:

- [1] 范伟.吉林省平原区地下水功能评价[D].长春:吉林大学,2007.
- [2] 肖长来.吉林省西部地下水资源评价与水资源可持续开发利用研究[D].长春:吉林大学,2001.
- [3] 中国地质调查局.全国地下水资源及其环境问题调查评

- 价-技术要求系列(二)[Z].北京:中国地质调查局,2004.
- [4] 张光辉,申建梅,聂振龙,等.区域地下水功能及可持续利用性评价理论与方法[J].水文地质工程地质,2006(4):62-71.
- [5] 唐克旺,杜强.地下水功能区划分浅谈[J].水资源保护,2004,20(5):16-19.
- [6] 张长春,邵景力,李慈君.地下水位生态环境效应及生态环境指标[J].水文地质工程地质,2003(3):6-9.
- [7] 杨泽元.地下水引起的表生生态效应及其评价研究[D].西安:长安大学,2004:1-13.
- [8] 王新娟.北京市平原区地下水循环与可持续利用研究[D].北京:中国地质大学,2006.
- [9] 许树柏.层次分析法原理[M].天津:天津大学出版社,1988.

(收稿日期:2008-04-08 编辑:徐娟)