

地下水环境健康预测方法研究

王凯军

(水利部松辽水利委员会,吉林 长春 130021)

[摘要] 本文根据地下水环境健康及其预测的涵义及研究内容,按照可持续发展基本定向指标框架,构建了地下水环境健康预测指标体系,对地下水环境健康预测方法进行了探讨。

[关键词] 环境健康;地下水;预测方法

[中图分类号] X832

[文献标识码] B

1 概述

地下水作为生命之源、生产之要、生态之基的水资源的重要组成部分,其开发利用对于保障饮水安全、粮食安全和生态安全乃至经济安全和国家安全具有十分重要的地位和作用,对于保障节水增粮项目的顺利实施和既定效果的取得具有十分重要的意义。但长期以来由于缺乏统一和有效的监管,致使一些地区因过量开采而引发地面沉降、土壤次生盐渍化和荒漠化等诸多生态环境问题。同时地下水的过量开采,地下水位持续下降,增大了地表水与地下水的水头差,同时也增大了地面污水的入渗。随着居民生活水平的提高,工业和居民生活需水量也随之不断增加,因而地下水的超采量也会增加,日积月累,污染物不仅进入浅层地下水,而且还蔓延到深层地下水。

由于地下水的超量开采,引发了一系列环境地质问题,严重威胁了生态环境,人类生存和发展的基本条件受到威胁,影响了经济、社会的可持续发展。

开展地下水环境健康及预测研究具有重要的理论和实际意义,为地下水资源的科学管理和可持续利用、生态环境的良性发展具有重要意义,为经济社会的又好又快发展提供相应的技术支撑。

地下水环境健康预测是地下水环境健康理论的一部分,是地下水环境健康理论的发展和延续。通过地下水环境健康的预测研究,完善了地下水环境健康理论体系,是地下水环境健康的延伸、发展和补充,使地下水环境健康理论体系更加完善。

地下水环境健康理论从一个崭新的方面开展了地下水的理论研究。将生态系统健康理念引入地下水环境的系统研究中,从人体健康的角度分析外界因素对地下水环境的影响,进一步研究地下水环境修复和治理的角度和潜力,分析地下水环境的可持续发展的能力和状态,为地下水资源的科学管理、优化配置、高效利用和节水增粮提供技术支撑,以水资源的可持续利用保障饮水安全、粮食安生

态安全和经济社会的可持续发展。

2 地下水环境健康预测的涵义

2.1 水环境健康

地下水环境是指地下水的物理性质、化学成分和贮存空间及其由于自然地质作用和人类工程—经济活动作用下所形成的状态总和^[1]。水环境健康是指一个水体系统在为人类提供健康的生存环境和健康的水方面所具有的稳定性和可持续性。参考生态环境健康和水环境健康的定义,将地下水环境健康定义,地下水环境健康:是表征地下水环境所处的状态——健康程度的指标,是指地下水环境在发挥其资源、生态以及地质环境功能等诸方面所具有的稳定性和可持续性。

2.2 地下水环境健康预测

地下水环境健康预测就是在地下水环境健康程度现状评价的基础上,根据地下水及水资源开发利用方案和社会经济的发展规划,利用地下水环境健康预测模型方法对未来地下水环境健康程度进行预测,或是根据地下水环境预测指标体系内各要素的预测,利用地下水环境健康评价模型对未来时刻地下水环境预测指标体系进行评价,以此进行地下水环境健康预测。

3 地下水环境健康预测的指标体系构建

地下水系统及环境的复杂性,影响地下水环境健康的种种因素,决定着地下水环境健康的预测不能从单一的角度,即从组成地下水环境的一个或几个要素,或是单单从地下水自身性质出发去研究地下水环境健康程度,而应对地下水的自身性质、地下水迁移转化规律及机制研究以及影响地下水环境健康的要素进行系统地综合分析研究,建立地下水环境健康预测指标体系。

3.1 地下水环境健康预测的指标体系

1) 可持续发展基本定向指标框架

基本类定向指标^[2]是一组用于确定可持续发展方向的

指标。生存,表示地下水系统与外界环境状况相协调并能在其中生存与发展;能效,表示地下水系统能在与外界环境长期平衡发展基础上通过有效的努力使稀缺的地下水资源供给安全可靠,并能消除不利影响;自由,表示地下水系统必须具有在一定范围内灵活地应对由环境变化带来各种挑战的能力,以保障社会经济的可持续发展;安全,表示地下水系统必须能够使自身免受环境易变性的影响,使其稳定可持续发展;适应,表示地下水系统应具有通过自适应和自我组织更好地适应环境改变的挑战的能力,使系统在改变了的环境中持续发展;共存,指地下水系统必须有能力调整其自身行为,考虑其它子系统和周围环境的行为、利益,并与之协调发展。

2)地下水环境健康预测指标体系构建

根据地下水环境健康的概念及地下水环境健康预测的含义,按照可持续发展基本定向指标的框架构建地下水环境健康预测指标体系。按目标层、准则层、分类层和指标

层4个层次建立指标体系,将准则层(水资源属性、生态环境属性和社会经济四大属性)按生存、能效、自由、安全、适应和共存6个基本类构建指标体系,以此框架构建地下水环境健康预测指标体系。指标体系结构见图1^[3,5]。

3.2 地下水环境健康预测的指标体系评价标准

本文从地下水环境健康及健康预测的特点和研究内容着手,按照科学发展观的内涵和要求,以水资源的可持续利用保障社会经济的可持续发展的原则,根据研究区域的地域特点,建立一套适用于研究区的用以衡量研究区地下水环境健康状态的指标体系及其参照标准。

此次研究采用前人研究成果仍将地下水环境健康划分为3个等级,即健康、亚健康和不健康。根据相关法律法规、国家及行业标准、类比标准、规划及相关科研成果数据,进行综合分析后,结合国内学者建立的指标体系标准和研究区的实际,确定地下水环境健康预测指标的健康状态等级界定标准,评价标准见表1。

表1 地下水环境健康预测指标等级界定标准^[3,4]

分类层	准则层	指标	评价标准			分类层	准则层	指标	评价标准		
			健康	亚健康	不健康				健康	亚健康	不健康
生存	水资源	F ₁ 地表水资源量折合径流深/mm	800	450	170	安全	水资源	F ₂₈ 地下水天然防护能力	2 较强	3 一般	4 较弱
		F ₂ 地下水资源模数/万 m ³ ·(km ² ·a) ⁻¹	48	32	16			F ₂₉ 浅层地下水水位下降速率/m·a ⁻¹	0	0.2	0.5
		F ₃ 地下水质量综合评价	2	4	5			F ₃₀ 深层地下水水位下降速率/m·a ⁻¹	0	0.5	1
	社会经济	F ₄ 公顷耕地占有水资源量/m ³ ·hm ⁻²	7 500	6 000	1 500	全社会	社会经济	F ₃₁ 缺水率/%	10	20	40
		F ₅ 人均占有水资源量/m ³ ·人 ⁻¹	800	600	400			F ₃₂ 污水处理率/%	80	60	40
		F ₆ 人口自然增长率/%	0.2	1.5	2.0			F ₃₃ 地下水开采程度/%	40	70	90
	生态环境	F ₇ 荒漠化指数	0.1	0.2	0.5	生态环境	生态环境	F ₃₄ 地下水超采区面积比率/%	1	10	20
		F ₈ 盐碱斑面积比/%	10	15	30			F ₃₅ 地表水综合污染指数	0.4	0.7	1.0
		F ₉ 水土流失侵蚀模数/t·(km ² ·a) ⁻¹	2 500	5 000	8 000			F ₃₆ 地下水总硬度/mg·L ⁻¹	300	450	550
	能效	水资源	F ₁₀ 万元 GDP 产值耗水量/m ³ ·万元 ⁻¹	35	75	150	适宜	水资源	F ₃₇ 地下水可开采资源模数/万 m ³ ·(km ² ·a) ⁻¹	30	20
F ₁₁ 农田灌溉用水/m ³ ·hm ⁻²			2 700	3 750	5 250	F ₃₈ 地表水供水率(供水/可供)/%			80	60	40
F ₁₂ 农村饮用水/L·(人·d) ⁻¹			60	40	20	F ₃₉ 地下水供水率(供水/可供)/%			80	50	30
社会经济		F ₁₃ GDP 年增长率/%	7.75	7.25	6.75	社会	社会经济	F ₄₀ 水利工程占 GDP 投资率/%	1.75	0.8	0.09
		F ₁₄ 人均 GDP/万元	5 000	2 500	1 000			F ₄₁ 专业技术人员比例/%	1	0.5	0.2
		F ₁₅ 饮水困难人口比例/%	1	10	20			F ₄₂ 工业用水循环利用/%	80	70	50
生态环境		F ₁₆ 超标地下水比例/%	20	60	80	环境	生态环境	F ₄₃ 土壤含水率/%	15.5	12	8
		F ₁₇ 泉水流量衰减率	0	0.05	0.1			F ₄₄ 雨洪资源利用率/%	35	15	10
		F ₁₈ 植被覆盖率/%	60	50	40			F ₄₅ 中水回用率/%	40	25	20
自由		水资源	F ₁₉ 水资源开发利用程度/%	40	50	75	共存	水资源	F ₄₆ 水资源重复利用率/%	88	65
	F ₂₀ 地下水总补给模数/万 m ³ ·(km ² ·a) ⁻¹		30	20	10	F ₄₇ 地下水剩余系数			0.6	0.3	0.1
	F ₂₁ 含水层单位涌水量/m ³ ·(d·m) ⁻¹		500	100	10	F ₄₈ 含水层储量恢复率/%·a ⁻¹			1	0.5	0.25
	社会经济	F ₂₂ 农业用水比例/%	55	73	80	社会	社会经济	F ₄₉ 城市化率/%	40	30	25
		F ₂₃ 三生用水比例	2 较合理	3 一般	4 不合理			F ₅₀ 恩格尔系数/%	40	50	59
		F ₂₄ 监测站网完善状况	2 较合理	3 一般	4 不合理			F ₅₁ 节水灌溉面积率/%	80	60	40
	生态环境	F ₂₅ 地面沉降速率/mm·a ⁻¹	3	5	10	环境	生态环境	F ₅₂ 干旱指数/倍比	0.5	3	15
		F ₂₆ 地面塌陷点个数/个·(100 km ²) ⁻¹	0	1	2			F ₅₃ 地下水矿化度/mg·L ⁻¹	500	1 000	2 000
		F ₂₇ 地裂缝个数/条·(100 km ²) ⁻¹	0	1	2			F ₅₄ 河流断流几率	0.85	0.93	0.98

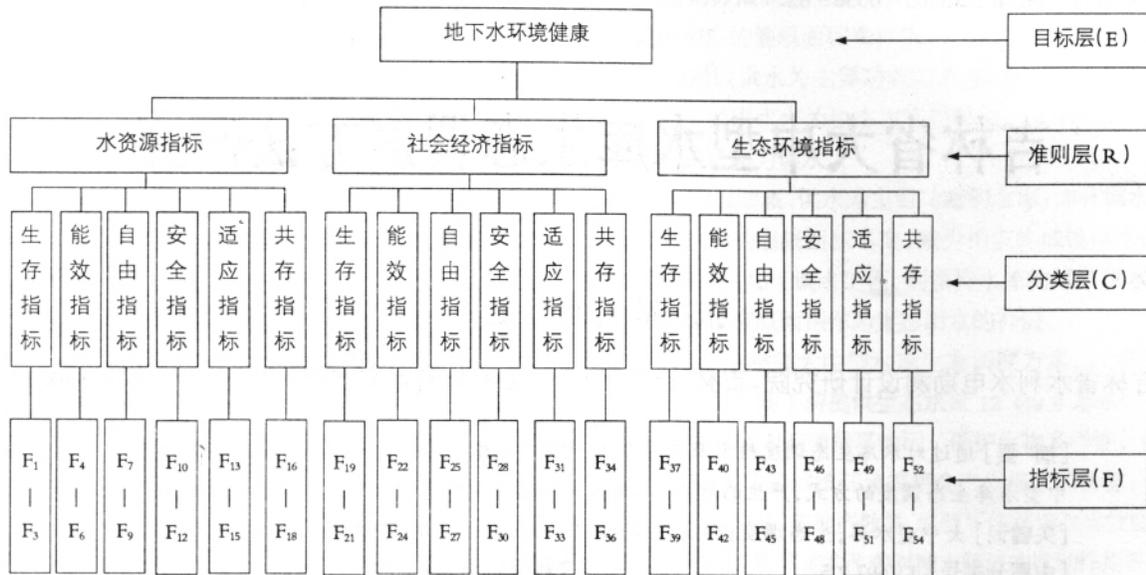


图1 地下水环境健康预测指标体系结构图

4 地下水环境健康预测方法

4.1 地下水环境健康预测方法

根据地下水环境健康及健康预测的含义,进行地下水环境健康预测的方法可以分为两种,即地下水环境健康单指标预测和综合指数预测^[3]。

地下水环境健康单指标预测是对研究区地下水环境健康预测指标体系的各指标采用相应的数学方法进行单个指标的趋势预测,然后对照其健康等级标准,判定地下水环境未来的健康趋势。

地下水环境健康综合指数预测根据对研究区系列资料的分析,分析研究区地下水环境的演化发展历程,对研究区地下水环境健康状况进行综合评价,根据这个演化历程和评价结果,采用相应的数学模型对研究区未来地下水环境演化趋势进行预测。综合指数预测包括两种方式,一为地下水环境健康综合指数预测法,即根据系列地下水环境健康综合指数演化发展规律,直接对研究区的地下水环境健康趋势进行预测;另一种方式是地下水环境健康指标预测综合评价法,即根据研究区地下水环境健康单指标预测结果,采用地下水环境健康综合评价方法,对研究区未来地下水环境健康状况进行评价。

4.2 地下水环境健康预测数学模型

地下水环境健康预测模型按预测方法可分为两类:一是地下水环境健康单指标预测方法和模型;二是利用地下水环境健康综合指数预测模型,其中包括地下水环境健康综合评价模型和预测模型。

1) 地下水环境健康单指标预测综合评价模型

地下水环境健康单指标预测综合评价模型是对指标体系内的每个指标进行预测,预测该指标未来时期的发展

演化规律。针对指标体系内的各水资源属性指标、社会经济属性指标和生态环境属性指标,根据各指标的特点和变化规律选定的各指标的预测方法和模型,按照研究区影响各指标因素的既定发展方案,进行单指标预测,对各指标的预测结果利用综合评价模型,进行地下水环境健康综合评价,确定未来研究区地下水环境健康状况。

2) 地下水环境健康综合指数预测模型

地下水环境健康综合指数预测模型是根据地下水环境健康系列年综合评价的基础上,利用系列地下水环境健康综合指数,进行研究区未来地下水环境健康状况预测,确定其健康等级。

在预测的过程中,针对资料和地域特点,选取相应的指标构成各自的预测指标体系,结合区域地下水环境以及生态环境恢复的任务和要求,筛选实用、简便的控制性指标,同时结合分级标准进行评价和预测研究,也可借用其它的评价方法,如综合指数法来进行健康等级的判断,与指标的分级标准进行对比,若结果相同,则可以互相验证所建立的分级标准的准确性。

5 结语

本文针对地下水环境健康各指标的特点,采用 Bossel 可持续发展基本定向指标框架的 6 个基本类构建了科学、合理、能全面表征地下水环境健康状态指标体系,确定各项指标的健康等级标准。

以地下水环境健康预测指标体系为基础,对地下水环境健康预测方法进行了探讨。

地下水环境健康预测包括地下水环境健康单指标预测和综合指数预测。地下水环境健康单指标预测是对研究区

(下转第 70 页)

采用单独 UPS 供电,黑启动时应尽可能延长 UPS 供电时间。一般可以关闭双显示器中一台显示器,关闭不必要的辅助设备以及诸如工程师站等工作站,这样可延长监控系统工作时间,确保监控系统使黑启动成功。

3 耶瓦水电站黑启动方案

电网黑启动是指在全网和本电站停电情况下,对内恢复厂用电,完成机组黑启动,对外配合调度恢复电网运行。对内恢复厂用电有柴油发电机,比较简单。

对外恢复电网供电,根据电网恢复方式及电站主接线方式而制定方案。如对电网采用全电压充电方式,则在对内恢复厂用电后,直接由主变高压侧开关对电网全电压充电,这个方案最为简单;采用低电压或另起升压方式恢复的,如果电站只有一个单元接线,由于启动过程中机组出口电压低于额定电压,无法先行恢复厂用电,需完成对电网送电后才能恢复厂用电。如果电站有 2 个单元以上接线,则先由一个单元对内恢复厂用电后,由其它单元机组采用低电压或另起升压方式恢复对电网送电。

耶瓦水电站采用全电压充电方式,具体流程见图 1。

4 结语

由于国内的电力系统很大,很难发生全电网崩溃的情况,所以对于一个电站恢复整个电网的这一情况十分罕见。但缅甸电网很小,并且机组较少,容量也小,故发生全电网崩溃的情况常见。同时缅甸的负荷也较少,这样也使耶瓦在恢复整个电力系统的过程也变的比较简单、容易。

[参考文献]

[1] 陈化钢.电力设备预防性试验技术问答[M].北京:中国

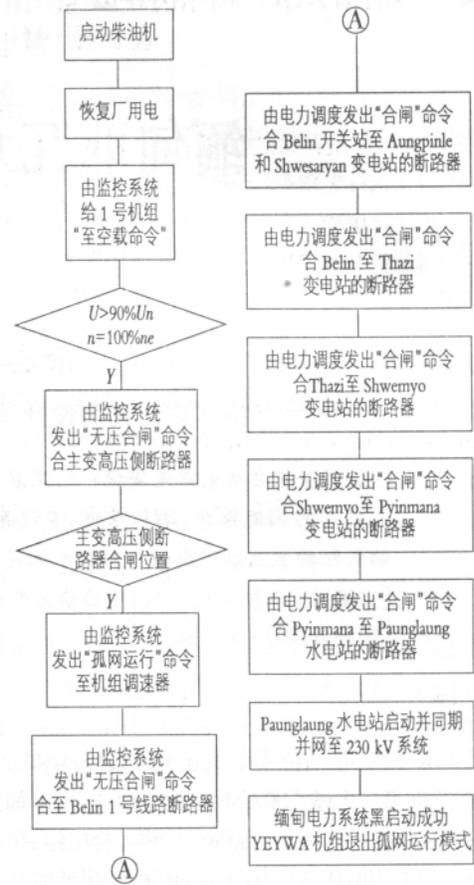


图 1 工作流程图

水利水电出版社,1997.

[2] 李建国,朱康.高压电气设备试验方法[M].北京:中国电力出版社,2001.

[收稿日期] 2012-12-14

(上接第 35 页)

地下水环境健康预测指标体系的各指标采用相应的数学方法进行单个指标的趋势预测,然后对照其健康等级标准,判定地下水环境未来的健康趋势。地下水环境健康综合指数预测包括两种方式,一为地下水环境健康综合指数预测法,即根据系列地下水环境健康综合指数演化发展规律,直接对研究区的地下水环境健康趋势进行预测;另一种方式是地下水环境综合指标预测评价法,即根据研究区地下水环境健康单指标预测结果,采用地下水环境健康综合评价方法,对研究区未来地下水环境健康状况进行评价。

国内外的与地下水环境健康预测的相关研究重点已经从单一的单项指标的预测向多指标综合预测转移,无论从预测的理论、模型还是应用于实际都取得了丰硕的成果。但没有形成规范、统一的地下水环境健康预测和地下水环境健康研究的指标体系,构建统一、规范的地下水环境健康评价、预测预警指标体系,将利于地下水环境健康

研究的发展和推广。

[参考文献]

[1] 姜纪沂.地下水环境健康理论与评价体系的研究及应用[D].长春:吉林大学,2007.

[2] 李升.地下水环境健康预警研究[D].长春:吉林大学,2008.

[3] 王凯军.地下水环境健康预测研究[D].长春:吉林大学,2009.

[4] X.Y.Ye, K.J Wang, X.Q Du, J.F Cao Health Diagnosis of Groundwater Environment Based on a projection pursuit model.

[5] 曹东平,王凯军,李升.黄河下游河南段地下水环境健康预测诊断[J].东北水利水电,2009,27(3):48-50.

[收稿日期] 2012-08-30

Study on groundwater environment health forecast method

WANG Kai-jun

[Abstract] Based on the connotation and research content of the groundwater environment health and forecast, the paper builds the groundwater environment health forecast index system according to the sustainable development basic orientation index frame, and discusses the forecast methods of the groundwater environment health.

[Key words] environment health; groundwater; forecast method

Preliminary study on phytoplankton diversity in Nierji reservoir

ZHOU Xu-shen, PAN Man-man, LUO Yang, ZHENG Guo-chen

[Abstract] The primary survey of phytoplankton is carried out in Nierji reservoir in September 2011. The survey identifies species with morphology and counts the cell density. The result shows that there are 5 phylum, 21 species (varietas) phytoplanktons in Nierji reservoir, 17 species of bacillariophyta is the most. The cell density of phytoplanktons in Per liter is 662 thousand, including the cell density of bacillariophyta is 431 thousand (65.16% of the total). The dominant species includes the penium cylindrus, the fragilaria intermedia, the synedra acusvar, the navicula dicephala and the dactylococcopsis acicularis. The Shannon-Wiener index is 3.58 and the Margalef index is 1.49. The Nierji reservoir is oligotrophic depend on the phytoplanktons cell density and the species structure characteristics.

[Key words] Nierji reservoir; phytoplankton; algae community; species diversity

Application of natural sodium-base bentonite waterproof carpet in tunnel anti-seepage project

CAO Hong-kai

[Abstract] The natural sodium-base bentonite waterproof carpet is a practical technology, widely used in the field of building engineering, landfill site, subway engineering, tunnel, reservoir, diversion channel, landscape lake, etc. However, its application is limited because of the high market price. Based on the application of the natural sodium-base bentonite waterproof carpet in south main canal of the Hunbei irrigation, the paper thinks that which has the natural and excellent anti-seepage effect to significantly reducing seepage loss from the view of the technique and economic aspects. The quick and simple construction could effectively shorten the construction period to save the construction costs and the late operation and management costs. It supplies reference for extensional application in channel anti-seepage projects.

[Key words] natural sodium-base bentonite; waterproof carpet; tunnel anti-seepage; application research

Discussion on water supply in period of strengthening and elimination dangers for Naodehai reservoir

YUE Jia-geng, LI Na-wei

[Abstract] Based on the physical geographic environment of Naodehai reservoir basin and the plan arrangement of strengthening and elimination dangers project, the paper carries out the targeted experimental research according to the water supply questions in construction period. The outdoor prototype observation experiment is made by simulating the seepage water intake in construction period. The paper compares and analyzes the turbidity and discharge before and after the filtration and finds the reasonable and feasible water intake scheme.

[Key words] Naodehai reservoir; water supply; experiment; in period of strengthening and elimination dangers