

水资源可持续利用评价的指标体系研究

卞建民, 杨建强

(长春科技大学 环境与建设工程学院, 吉林 长春 130026)

摘要: 通过分析水资源可持续利用的涵义及影响因素, 建立了水资源可持续利用评价的指标体系, 该体系包含了水资源的可供性、水资源开发的技术水平和管理水平及水资源的综合效益。采用综合指数法对研究区水资源可持续状况进行了评价。

关键词: 水资源; 可持续利用; 指标体系; 综合指数法

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2000)04-0043-03

中图分类号: TV213

Comprehensive Evaluation Index System and Application of Sustainable Utilization of Water Resources

BIAN Jian-min, YANG Jian-qiang

(Environmental and Engineering College, Changchun University of Sciences and Technology, Changchun 130026, PRC)

Abstract The feature of the water resource and the implication of its utilization is analyzed. Through analysis of the factors on water resource sustainable utilization, an evaluation index system is set up, which includes the supply of water, technological level and management of water development, and comprehensive benefit. In the end, comprehensive index method is put forward.

Keywords water resource; sustainable utilization; index system; comprehensive index method

1 水资源可持续利用的涵义

水资源一般指地球表层由大气降水形成的, 可被人类利用的水、水域和水能资源, 区别于石油、煤炭等矿产资源, 水资源是一种可再生的动态资源, 随空间、时间发生变化, 具有时空分布性、可恢复性、有限性、自然保护性、不可替代性、经济开发性和可更新性等特点^[1]。它包含了质和量 2 个方面, 其水量功能是利用水资源的数量以满足各种用水的需要; 水质功能则是作为某种特殊产品的原料和媒介^[2]。水资源的概念和特征决定了它为一种可持续利用的资源, 但要实现可持续利用必须在满足其开发强度小于其承载能力。

可持续利用是可持续发展理论用于可再生资源利用的具体体现, 水资源可持续利用就是可持续发展框架下的水资源利用的一种新模式^[3]。所谓水资源可持续利用是指在维持水的持续性和生态系统整体性前提下, 支持人口、资源、环境与经济协调发展和满足代内、代际人用水需要的全过程, 是水资源综合开发、利用、保护、防治和管理一体化的最合理利用方式。

2 影响因素及指标体系

水资源可持续利用的目的是既要保证水资源开发利用的连续性和持续性, 又要使水资源开发利用尽量满足社会与经济的持续稳定发展。从系统科学的角度出发, 水资源可持续利用的实现就是水资源—生态环境—社会经济复合系统持续发展功能的体现。只有水资源复合系统中环境、经济和社会结构合理, 才能取得整体功能最优; 只有系统有序稳定的演变, 才能取得系统持续的发展, 而这一系统受诸多因素影响使其处于不断变化之中。

首先, 水资源的可持续利用受到水资源形成的自然因素的影响, 主要体现在水资源条件方面。一个地区水资源条件的优劣直接决定了供水条件和用水定额。水资源条件主要包括对其组成部分的河川径流的年内分配和年际变化的分析, 河川径流中各种极值的对比、水旱灾害、水资源在区域分配上的不均匀程度、水资源的组合、水资源与人口、水资源的水质及污染等方面。

其次,水资源可持续利用与社会经济发展水平相一致,随着人口的增长、城市化程度的加速、经济不断发展和生活水平的逐步提高,对水资源的数量要求越来越高。因此,社会经济发展水平直接影响到水资源的可持续利用程度。

另外,水资源可持续利用虽然同水资源本身的可持续性有一定的关系,但同人类对其利用方式和利用行为更为密切。只有人同自然、人和人之间和谐,水资源开发方式合理,水资源的利用限度不超出其承载能力,水资源才能永续的利用下去。因此,水资源的可持续利用受到国家、区域及地方政策的影响和人类环境保护意识的影响。

目前,有关水资源可持续利用的评价研究尚无一个统一的标准和评价方法,笔者认为进行此项评价应考虑以下几个方面。(1) 为保证水资源可持续开发利用,必须进行供需分析,水资源的供需问题是水资源开发的核心问题,对供需问题的分析不当,常常导致环境质量和生态环境恶化。(2) 水资源的可持续利用目的是既要保证水资源开发利用的连续性和持久性,又要使水资源的开发利用满足社会与经济的持续、稳定发展,如果社会经济的发展得不到水资源系统的支持,则反作用于水资源系统,影响甚至破坏水资源的开发利用。(3) 进行水资源可持续利用评价,应建立一套合理的指标体系,该指标体系中所选用的因子应充分考虑影响水资源可持续利用的因素。基于上述考虑,本文建立了以下评价指标体系(图 1)。

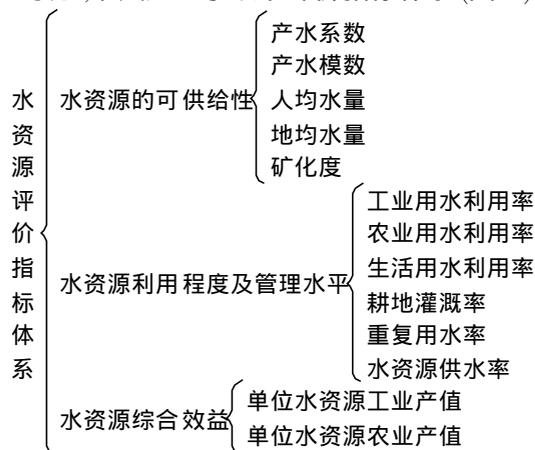


图 1 水资源可持续利用评价指标体系

评价中的“可持续”评价与传统的水资源评价存在较大的差别,传统的水资源评价主要是针对某一单元水资源量或水质进行评价,而进行水资源可持续利用评价则要求不仅要考虑现状开发,还要考虑将来的社会经济发展水平下能否适应,只有满足现在和将来较长时期内的需求,未引起明显的或持久性的生态环

境问题,才认为这种水资源利用是可持续的。目前,关于水资源评价的方法很多,每种方法各有优缺点,而对水资源可持续利用评价尚不多见。这里我们选择综合指数法进行评价。

该方法简单、易懂,能全面考虑各因子的影响。其数学表达式为

$$I = \sum (I_{ij} / S_i) W_i$$

式中: I ——评价结果得分值; S ——基准值; i ——项数; I_{ij} ——单项指标实际值; W_i ——权值; j ——年度。

公式中涉及到评价基准的制订和权值的计算,评价基准是衡量水资源可持续利用的相对尺度。目前,评价基准多以国家各行业制订的标准为依据,由于尚无关于水资源可持续利用的评价标准,因此,主要依靠专家凭经验给出。笔者认为,可以根据研究区的实际情况,选择一个典型单元,该地区的水资源利用处于良性状态,其它地区和它进行比较,也可用未来某个时期的规划目标值作为评价基准,把过去或现在的实际值与其相比较。不同的发展阶段制订的目标值不同,各指标所要达到的标准状态也不同。权值的确定可以采用专家打分法、层次分析法、主成分分析法等确定。标准和权值确定以后,即可以根据前面给出的公式进行计算。根据评价结果可以找出影响水资源可持续利用的因子,进而发现存在的问题。

3 应用

根据以上建立的指标体系和方法,我们选择我国北方干旱、半干旱地区某地区为实例进行水资源可持续利用评价研究。该地区地处半干旱、半湿润地区,以农业为主,水资源是否可持续利用不仅直接影响农业的发展,而且对生态环境的状况起着制约作用。为了科学指导水资源的开发和利用,进行水资源的可持续利用评价,根据评价结果对各县市的现状水资源利用程度进行评价、分区,为地方政府制定长远规划提供科学依据。

评价的主要步骤:(1) 根据已建立的指标体系进行因子实际值的统计;(2) 制订评价基准;(3) 确定权值;(4) 利用综合模型计算综合指数;(5) 对综合指数进行归一化处理,用归一化后的指数进行结果判定和分区。

由于篇幅所限,这里仅给出部分因子的实际值和基准,见表 1 和 2 所示。评价基准的确定本文首先确定各项指标的范围值,然后确定其阈值范围,再划分为 4 级,现仅列出几项以供参考。

表 1 研究区评价指标实际值 %

区号	产水系数	人均水量 (m ³ /人)	地均水量 / (m ³ km ⁻²)	工业用水利用率	农业用水利用率	耕地灌溉率
J ₁	0.91	569.77	12.23	0.17	0.76	58.79
J ₂	0.34	128.22	1.09	0.12	0.86	47.73
J ₃	0.31	214.71	1.85	0.125	0.88	38.24
J ₄	0.31	362.69	1.45	0.11	0.66	9.68
J ₅	0.17	123.23	0.74	0.14	0.67	27.08

表 2 水资源可持续利用评价指标评价基准

评价因子	一级	二级	三级	四级
人均水量 (m ³ /人)	1000	500	250	125
地均水量 / (m ³ km ⁻²)	20	10	5	2.5
工业用水利用率 %	80	40	20	10
农业用水利用率 %	100	80	60	40
产水系数	1.0	0.70	0.50	0.20
灌溉率 %	80	60	40	20
结果划分依据 I	1~0.8	0.8~0.6	0.6~0.4	0.4~0.2

(上接第 30 页)

温式。由 1 台水泵向侧喷降雨区供水, 两台水泵向下喷降雨区供水。

5 自动控制系统

为了能精确地设定和控制降雨强度, 必须自动控制水泵供水, 切换水系统, 自动调节流量。侧喷降雨区采用电磁阀控制, 设置 2 套压力调节系统和遥控选路系统。下喷降雨区采用气动控制, 设 8 个选路控制系统配水, 控制 8 根供水总管的开关。选路系统布设在控制室屋顶高程为 11 m 的平台上。另外在控制室内 (高程 7 m) 布设 4 个流量调节器组 (2 个 1 号总管 1 套, 2 个 2 号总管 1 套, 余类推), 进行流量的调节、指示、记录。所有测控仪表, 除一次仪表为就地安装外, 其他指示、调节、记录等仪表集中设置在控制室, 用微型计算机实现自动控制。计算机控制系统, 是中国科学院水利部水土保持研究所和西安交通大学共同研制的, 包括软件及配合软件使用的硬件电路和用于手动控制的控制柜。计算机通过接口电路检测各点压力及流量值, 与程序设定的期望值进行比较后, 按比例

对评价结果进行归一化处理, 划分为 4 级, 分别代表可持续、基本可持续、不可持续和严重不可持续。

关于水资源可持续利用评价研究是当前水文学与水资源研究的一大热点, 各家观点不同, 本文建立的水资源可持续利用评价指标体系和方法应用只是一种尝试, 其中难免有许多不足, 需要在以后的科研工作中不断完善和提高。

[参 考 文 献]

- [1] 范荣生, 王大齐. 水资源水文学 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1996.
- [2] 陈家琦, 王浩. 水资源学概论 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1996.
- [3] 冯尚友, 梅亚东, 等. 水资源持续利用系统规划 [J]. 水科学进展, 1998, 9(1): 1-6.

一积分—微分控制算法, 自动调节阀门开度, 保证降雨强度恒定及按设定的时间规律变化, 实现对降雨全过程的自动化控制⁽¹⁾。

在实验室内进行土壤侵蚀模拟实验有其重大意义, 但也有其不足之处。主要是室内条件与自然界的条件总是有一定差异。另外, 在室内进行较大面积的原状土实验, 或者研究植被因素对土壤侵蚀的影响时, 就要受到很大限制, 甚至是做不到的。为了解决这些问题, 今后应以室内模拟实验为基础, 同时还要进行野外观测和野外模拟降雨实验, 两者互相配合, 互为补充。

[参 考 文 献]

- [1] 周佩华, 等. 黄土高原土壤侵蚀暴雨的研究 [J]. 水土保持学报, 1992, 6(3): 1-5.
- [2] Laws J O. Measurements of Fall-velocity of Water Drops and Raindrops [J]. Transactions of American Geophysical Union. 1941, 22: 709-721.

见: 西安交通大学. 模拟降雨实验厅计算机控制系统使用说明书 (资料), 1993.