

## 关于区域水资源可持续利用的研究

赵世斗 孔德志 黄继伟 高莹

黄河水利委员会水文局, 河南 郑州 450004

[摘要] 水资源是人类社会生存和发展最为重要的自然资源之一, 不管是人民生活还是经济的发展, 都要受到水资源的制约。由于水资源不可再生的特性, 所以必须对水资源进行行之有效的保护和可持续开发。研究区域水资源可持续利用, 对社会可持续发展具有重要意义。文章对水资源可持续利用问题进行分析。通过介绍伊洛河流域目前水资源状况和面临的主要问题, 提出了水资源可持续利用研究内容。希望能够促进对水资源的保护和可持续开发。

[关键词] 区域; 水资源; 可持续利用; 伊洛河流域实例

DOI: 10.33142/hst.v3i1.1386

中图分类号: TV213.9

文献标识码: A

### Study on Sustainable Utilization of Regional Water Resources

ZHAO Shidou, KONG Dezhi, HUANG Jiwei, GAO Ying

Hydrological Bureau of Yellow River Water Conservancy Commission, Zhengzhou, Henan, 450004, China

**Abstract:** Water resource is one of the most important natural resources for survival and development of human society. No matter people's life or economic development, it must be restricted by water resource. Because of non renewable nature of water resources, effective protection and sustainable development of water resources must be carried out. It has great significance to study sustainable utilization of regional water resources for sustainable development of society. This paper analyzes sustainable utilization of water resources. By introducing current situation and main problems of water resources in Yiluo River Basin, research contents of sustainable utilization of water resources are put forward, so as to promote protection and sustainable development of water resources.

**Keywords:** region; water resources; sustainable utilization; example of Yiluo River Basin

通常来说我们所说的水资源是指用于我们日常生产和生活当中的自然降水、地表水以及地下水。区域水资源是指某个地区具有生活, 生产和生态价值的所有水体, 可以通过水文循环进行恢复和更新, 自然界中水资源的基本来源是大气降水, 但区域水资源不仅限于当地降雨产生的水量, 还有该地区所有可用或有待使用的水资源, 包括外区域调入的水。

#### 1 区域水资源的组成

区域水资源按其来源由以下几类组成: 地表水资源量  $W_s$ ; 地下水资源量  $W_g$ ; 本区域的污水处理回用水量  $W_q$ ; 可利用海水量  $W_h$ 。区域水资源总量可表示为:

$$W=W_s+W_g-W_q+W_h$$

式中: 地表水资源量  $W_s$  包括当地降水形成的地表径流量、可供该区域利用的入境水资源量和区外调水量(如南水北调水量); 地下水资源量  $W_g$  主要指在天然状态或开采条件下, 单位时间进入水源含水层范围内, 可被开采利用的水量, 一般包括地下水径流入量、降水入渗补给量、河渠渗漏补给量、灌溉入渗补给量和越流补给量;  $W_q$  为地表水  $W_s$ 、地下水  $W_g$  的重复计算量;  $W_q$  为本区域的污水处理回用水量等; 可利用海水量  $W_h$  包括工农业直接使用海水量、淡化海水量等。

同时, 水资源又是质与量的统一体, 计算区域水资源总量时也要考虑不同级别水质水资源总量, 以便于治理与利用, 区域水资源可用矩阵表示为:

$$W_{m \times n} = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{m1} & W_{m2} & \dots & W_{mn} \end{bmatrix}$$

式中:  $W_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$ ) 称为区域水资源元素, 区域第  $i$  种水资源中第  $j$  级别的水资源量;  $m$  为水资源种类总数,  $n$  为水资源级别总数。

$$w_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} \text{ 为区域第 } i \text{ 种各级别水资源总量, } w_j = \sum_{i=1}^m w_{ij} \text{ 为区域第 } j \text{ 级别的水资源总量,}$$

$$W = \sum_{i=1}^m w_i = \sum_{j=1}^n w_j \text{ 为区域水资源总量。}$$

#### 2 区域水资源配置存在的主要问题

##### 2.1 水土资源分布不匹配, 利用难度大

伊洛河流域涉及陕西、河南两省的 6 个地市, 21 个县(市)。截至 2010 年底, 伊洛河流域总人口 778 万人, 其中城镇人口 331 万人, 城镇化率为 42.5%。中外闻名的历史文化名城洛阳是伊洛河流域内重要城市, 也是我国重要的工业

基地，在国家层面的重点开发区域中定位于中原经济区建设的区域副中心城市。伊洛河流域地势自西南向东北降低，海拔高度自草链岭的 2645m 下降到入黄河口的 101.4m，相差 2543.6m。由于山脉的分割，形成了中山、低山、丘陵、河谷、平川和盆地等多种自然地貌和东西向管状地形。在总面积中，山地占 52.4%，丘陵占 39.7%，平原占 7.9%，故称“五山四岭一分川”。伊洛河流域水资源从总量上看比较充足，但由于径流年际年内变化大，加之流域地形复杂，而且水土资源分布不匹配，致使水资源开发利用难度大。流域降雨受季风及地形影响，时空分布不均，4 月~10 月集中了年降雨量的 85%~89%，11 月~3 月降雨量仅占年总量的 11%~15%，经常造成农作物缺水受旱。

### 2.2 水利设施老化、配套率低，灌溉效益未能充分发挥

伊洛河流域多数水利设施建设年代久远，老化失修，供水能力下降，供水不足。进一步完善水利基础设施，改善田间排水灌溉系统，对于加快河南省粮食生产建设，提高粮食综合生产能力，确保国家粮食安全具有积极意义。

### 2.3 经济发展快，需水量加大，污水排放量不断增加

2011 年伊洛河流域 41% 的河长水质超标<sup>[11]</sup>；超标河段主要集中在洛阳、偃师、巩义、栾川、嵩县等城市河段；超标支流分布在洛河中下游和伊河上游；超标河段及支流水质多为 V 类及劣 V 类水质。

### 2.4 流域管理的体制和机制尚不够规范和完善

伊洛河属黄河流域重要的跨省区一级支流，涉及陕西省 4 个县及河南省 17 个县市，有关防洪调度、水资源利用及保护、水电开发等水事务十分复杂。目前，伊洛河流域尚未形成事权明晰、运作规范、权威高效的管理体制。

## 3 该区域水资源的合理配置及可持续利用情况

通过经济合理和技术上可行的措施，当地水资源中河流以外的经济和社会系统可以消耗的最大水量（按不重复用水计）。伊洛河水资源可利用量的主要控制因素是河道内生态环境需水量。

表 1 伊洛河流域现状水资源可利用总量(单位: 亿 m<sup>3</sup>)

区域	地表水资源量	地下水资源量	水资源总量	河道生态环境需水量	地表水资源可利用量	地表水利用率 (%)	平原区地下水可开采量	水资源可利用总量	水资源总量利用率 (%)
伊河龙门镇以上	9.50	5.11	10.25	4.22	5.28	55.6	0.47	5.79	56.5
洛河灵口以上	6.61	2.74	6.65	2.27	4.34	65.7		4.37	65.7
洛河白马寺以上	18.02	11.34	19.33	7.52	10.50	58.3	2.15	11.39	58.9
伊洛河黑石关以上	28.33	18.68	31.17	12.89	15.44	54.5	3.64	17.37	55.7

伊洛河流域地下水资源量为 18.68 亿 m<sup>3</sup>，其中与地表水之间的不重复量为 2.84 亿 m<sup>3</sup>。伊洛河流域平原区地下水可开采量为 3.64 亿 m<sup>3</sup>。在伊洛河水资源总量中，水资源可利用总量为 17.37 亿 m<sup>3</sup>，水资源可利用率为 55.7%。

## 4 区域的水资源可持续利用分析

### 4.1 需水预测

按照国家加快推进中原崛起，中原城市群规划，今后 20 年伊洛河流域将迈入了城镇化快速发展的关键时期，社会对水的需求量越来越大。依据该区域各项水资源需求分析预测，伊洛河流域基准年（2010 年）需水总量 16.13 亿 m<sup>3</sup>，2020 年和 2030 年需水总量将分别达到 22.23 亿 m<sup>3</sup> 和 25.64 亿 m<sup>3</sup>。河道内生态需水量按多年平均值取 12.89 亿 m<sup>3</sup>。向流域外供水量按规划分别取 0.5 亿 m<sup>3</sup>、0.96 亿 m<sup>3</sup> 和 1.98 亿 m<sup>3</sup>。

### 4.2 供水量预测

伊洛河流域内地表水基准年多年平均供水量约 7.76 亿 m<sup>3</sup>。另外，伊洛河流域每年还通过陆浑水库向陆浑灌区（流域外）供水 0.50 亿 m<sup>3</sup> 左右，通过槐扒提黄工程、新安提黄工程每年可从黄河干流调水 0.70 亿 m<sup>3</sup>。

随着伊洛河流域经济社会的发展和人民生活水平的提高，用水需求还会有所增加，各水平年还要规划新建一批供水工程，以满足区域用水需求。2020 年和 2030 年流域内引提水工程规模增大后，流域地表供水量分别达到 11.33 亿 m<sup>3</sup> 和 13.76 亿 m<sup>3</sup>，向流域外供水分别达到 0.96 亿 m<sup>3</sup> 和 1.98 亿 m<sup>3</sup>，从黄河调入水分别达到 2.49 亿 m<sup>3</sup> 和 2.61 亿 m<sup>3</sup>。伊洛河流域地下水开采量，在现状基础上退减浅层地下水超采 1.17 亿 m<sup>3</sup>，基准年规划开采量 7.33 亿 m<sup>3</sup>，到 2020 年和 2030 年水平分别达到 7.36 亿 m<sup>3</sup> 和 7.39 亿 m<sup>3</sup>。

### 4.3 供需平衡分析

基准年伊洛河流域需水量 16.13 亿 m<sup>3</sup>，多年平均供水量 16.09 亿 m<sup>3</sup>，其中引黄水量 0.70 亿 m<sup>3</sup>。流域缺水 0.04 亿 m<sup>3</sup>，全流域河道外缺水率 0.3%。多年平均向流域外供水量 0.50 亿 m<sup>3</sup>，多年平均入黄水量 22.93 亿 m<sup>3</sup>。

2020 年水平伊洛河流域需水量 22.23 亿 m<sup>3</sup>，流域多年平均供水量 21.73 亿 m<sup>3</sup>，其中引黄水量 2.49 亿 m<sup>3</sup>，主要是通过槐扒引黄工程、新安引黄工程和小浪底南岸灌区从黄河调水，缺水 0.49 亿 m<sup>3</sup>，缺水率达 2.2%。向流域外供水量 0.96 亿 m<sup>3</sup>，多年平均入黄水量 19.37 亿 m<sup>3</sup>。

2030 年水平伊洛河流域需水量 25.64 亿 m<sup>3</sup>，流域内各种水源总供水量 24.72 亿 m<sup>3</sup>，其中引黄水量 2.61 亿 m<sup>3</sup>，主要

是通过槐扒引黄工程、新安引黄工程和小浪底南岸灌区工程从黄河调水。流域总缺水量 0.92 亿  $m^3$ ，缺水率为 3.6%。多年平均向流域外供水 1.98 亿  $m^3$ ，多年平均入黄水量 15.84 亿  $m^3$ 。

通过以上数据分析，该区域水资源能够基本满足生态环境、经济发展、社会水资源需求的基本要求。但要达到水资源社会效益、经济效益和环境效益目标，实现水资源可持续发展，应进一步采取可持续发展措施，确保经济社会发展与水资源的利用、生态系统保护相协调。

## 5 实现水资源持续利用的具体方法和措施

### 5.1 伊洛河流域水资源配置应遵循的原则

一要统筹兼顾经济社会发展和维护河流生态健康的各项需求，协调好生活、生产和生态环境用水的关系，优先保证城镇生活和农村人畜用水，严格控制河流主要断面下泄水量，合理安排工农业和其他行业用水，强化水资源管理，提高用水效率；二是要上中下游、干支流统筹兼顾，地表水、地下水和中水等水源的统一配置，合理使用地表水，开采适量的地下水，积极开发利用非常规水源；三是在水资源开发利用时，兼顾河流水环境承载能力，保证河流主要断面维持一定的下泄水量，并提出主要断面的水量控制指标，维持河流健康生命。

### 5.2 实施一批重点水资源配置工程

伊洛河流域水资源配置工程包括蓄水工程、引水工程、提水工程和调水工程。在伊洛河干流兴建张坪水库和鸡湾水库，在伊洛河一级支流兴建大石涧水库和佛湾水库，此外还在一些主要支流，新建区域及地方性的中小型水库工程。规划续建、新建、主要引、提水工程包括：槐扒提黄工程、新安提黄工程、小浪底南岸灌区及故县水库灌区等。

### 5.3 涵养水源，建设海绵城市

海绵城市就是能够像海绵一样吸水的城市。这样的城市，能够最大程度地留住雨水。暴雨时市政管网能力不足经常导致城市“看海”情景。因此，尽量增加大气降水的下渗量，最大限度地汲取降水量，提高大气降水向地下水的转化效率，是增加城市水资源量的有效途径之一。



图1 海绵城市示意图

## 6 区域水资源利用目标

### 6.1 经济效益目标要满足区域经济可持续发展

区域内水资源利用对区域内 GDP 的净贡献值最大可以作为衡量经济效益目标。要实现经济的可持续发展，就要建立完善用水节水保护水的责任目标体系，并能够在解决问题过程中发现更好的更有效的水资源管理方法，不断促进经济社会的可持续发展。

### 6.2 环境效益目标要稳步提升环境质量

生态环境效益主要体现水资源对生态系统的压力或维持作用。通过水资源的合理利用，可以有效降低水资源的污染，提升水资源的利用率，同时最大化的提升环境效益。

### 6.3 社会效益目标要体现社会公平

社会效益目标要实现用水公平。其侧重于供水的公平性，包括部门供水公平、区域供水公平和利于子孙后代的发展。

## 7 结语

从水资源情况可以看出，我国水资源贫乏，水土资源分布很不平衡，开发利用困难，目前又存在水资源利用效率低，浪费严重，水污染问题严重，地下水开采过量等方面问题。因此，水资源的保护和可持续开发是一个系统而且复杂的问题，需要相关政府部门、工作人员、社会各界的共同努力。形成一套完善的治理、利用和开发方案和措施，最终实现可持续发展。

### [参考文献]

- [1]沈鑫. 浅谈水文与水资源的现状及解决措施[J]. 科学技术创新, 2019, 2(3): 132-133.
  - [2]罗布顿珠. 水文与水资源的现状及工作措施研究[J]. 居舍, 2018, 9(24): 224.
  - [3]赵京平. 探析环境监测在环境影响评价中的重要性[J]. 科学技术创新, 2018, 4(7): 38-39.
- 作者简介: 赵世斗 (1975-), 本科, 高级工程师, 水利施工。