

文章编号: 1001-6791(2001)02-0276-04

水资源可再生能力刍议

曾维华¹, 杨志峰¹, 蒋 勇²

(1. 北京师范大学环境科学研究所, 北京 100875; 2. 北京市城市排水公司, 北京 100022)

摘要: 从水资源及其基本特征分析入手, 系统阐述了水资源可再生能力及其影响因子, 提出水资源可再生能力分类体系与概念模型, 为建立水资源可再生性维持理论奠定了一定基础。

关键词: 水资源; 水资源再生能力; 水资源循环

中图分类号: TV 211.1 **文献标识码:** A

1 水资源及其可再生性

所谓水资源是指某一流域或区域水环境, 在现有或近期技术经济能力支撑下, 为满足人类某种使用功能所能提供的, 可直接或间接利用的资源。之所以称之为水资源, 是因为其使用功能与经济价值。从广义上讲, 它包括直接或间接满足人类生存需要的具有一定质量的水量资源, 以及可供发展航运、水产和游憩之用的水域与水体所含的位能资源等。狭义的水资源则专指满足某种使用功能, 具有一定质量的水量资源, 通常以每年可更新(或称可再生)的满足最低水资源功能需求的水资源量衡量。

人类生存空间的水在太阳辐射和重力作用下, 以蒸发、降水和径流等方式进行的周而复始的运动过程, 称为“水资源的自然循环”。水资源自然循环是水资源的主要特征。水资源消费以后, 通过水圈中各种水体的自然循环, 得到恢复和更新。水资源自然循环决定了水资源的再生性(或称可更新性), 使之可以不断满足人类的可持续利用的需求。

水资源的循环特征还表现在其开发利用上, 即水资源的社会循环。人类不断从自然获取水资源, 经过工农业与生活利用, 使水资源由于质量下降, 而失去其使用价值; 失去使用价值的水资源通过人为再生重复利用, 或返回自然环境, 进入水资源的自然循环。

正是水资源的这种循环特征, 决定了水资源的可再生性。所谓水资源的可再生性是指流域或区域水资源能够通过水资源循环不断得到补充、再生, 周而复始地重复利用的特征。因此, 可以认为水资源是不可耗竭型的可再生性资源。但是, 水资源的再生性不是绝对的, 而是有条

收稿日期: 2000-09-20; 修订日期: 2000-11-03

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目“黄河流域水资源演化规律与可再生性维持机理”(G1999043605)资助。

作者简介: 曾维华(1965-), 男, 北京人, 北京师范大学副教授, 主要从事水资源、环境规划与管理、环境信息系统以及环境无害化技术转移等方面研究与教学工作。

件的。在水资源再生的过程中，不同存在形式的水资源，其正常更新循环周期是不相等的。对水资源的开发利用必须考虑其更新循环周期与再生能力：如超过其再生能力，就会延长水资源的再生周期，使其可再生性减弱。例如超量抽取地下水，会降低某一地区地下水的再生能力，延长其再生周期；从某种程度上，由不可耗竭的可再生资源向可耗竭型的不可再生资源转化。

随着社会、经济的飞速发展，水资源需求不断扩大；当水资源需求大大超过流域或区域水资源承载力时，人们可通过工业手段使其人为再生。在利用天然水体的自净能力的基础上，采取生物的和工程的多种措施，实现水资源再生和资源化，满足今后日益增长的水资源需求，尤其是满足超过水资源自然再生性所能提供量之上需求的主要途径。

采用经济合理的管理程序，使同一水资源在消费过程中多次反复使用，也是一种使用过程中的再生形式。对多个非消耗性用水用户，根据不同用水标准、按科学合理的使用顺序安排消费流程，如中水系统的起用等。在水资源量一定的条件下，复用次数越多，水资源利用程度就越高，水资源再生量就越大。由此可见，水资源可再生性表现为自然再生性与人为再生性(或称社会再生性)两个方面。

2 水资源可再生能力及其基本特征

2.1 水资源可再生能力

水资源可再生能力是由水资源可再生性决定的，水资源所具有的一种客观属性；它是指某一流域或区域水环境，在现有或近期技术经济能力支撑下，通过水资源自然循环与社会循环，不断补充、循环利用水资源的能力。水资源可再生能力可通过单位时间内，流域或区域某一存在形式的水资源再生量度量。

水资源可再生能力包括水资源自然可再生能力与社会可再生能力两部分。前者是指通过水资源自然循环，水资源得到不断补充的能力；它包括自然循环过程中量的补充与质的自净能力。人类可通过一定技术经济手段干预水资源自然循环，以提高水资源的再生能力。海水淡化与人工降雨就是典型的例子。

水资源社会再生能力是指通过优化调整水资源社会循环，使水资源得到再生的能力；它包括通过工程技术手段的水资源再生和资源化以及水资源的重复利用。

2.2 水资源可再生能力的基本特征

(1) 水资源可再生能力的相对性特征 水资源可再生能力是一客观的量，是水环境系统的一种客观属性，是客观存在的。一定功能结构的水环境系统，其水资源可再生能力是一定的；同时，水资源可再生能力又在很大程度上取决于使用功能与技术经济水平。由此可见，水资源及其再生能力是一相对值，相对于不同时期、不同地区与不同衡量标准。

水资源可再生能力在很大程度上可以由人类活动加以控制。人类在掌握水循环运动变化规律的基础上，根据人类各种活动的实际需要，可以对水环境进行有目的的改造，变灾害水为可利用水，变不可利用水为可利用水资源，从而达到合理开发利用水资源的目的。

(2) 水资源可再生能力的波动性特征 水资源既是可再生的，但其再生过程又呈波动性，即指一种起伏不定的动荡状态，是不稳定、不均匀、不可完全预见、不规则的变化。

水资源可再生能力的波动性分为自然的和人为的两种。自然的波动性表现在水资源再生过

程空间分布和时程降水上。水资源波动性在空间上称为区域差异性,其特点是显著的地带性规律,即水资源在区域上分布极不均匀。水资源时程变化的波动性,表现在季节间、年际间和多年间的不规则变化。

水资源可再生能力的人为波动是指人作用于水资源循环的行为后果,包括负面影响了水资源正常再生规律(如过度开采水资源水污染、水工程老化失修、臭氧层的破坏、环境的日益恶化等等)与正面影响水资源正常再生规律。

(3) 水资源可再生能力的时空分布变异性特征 决定水资源可再生能力的各种因素(诸如降水与区域社会经济发展水平等)在时空上分布极不均匀,在各年之间和年内各月之间以及各区域之间都不均等,且经常变动,变化规律各地差异很大;同时,在各因素相互影响的同时,各单个因素在时空上也是相互关联的;由此构成具有一定内在规律的水资源可再生能力的时空变异性特征。

3 水资源的自然可再生能力

水资源的自然可再生能力取决于水资源的自然循环。水资源通过蒸发、降水与径流周而复始地不断循环运动,一方面在“量”上得到不断补充,另一方面,在“质”上也得到自净。因此,水资源的自然再生能力又包括“量”的再生与“质”的再生。严格地讲,两者是不能截然分开的,“质”的再生确保了“量”的再生,而量的再生离不开“质”的再生。最终,水资源的自然再生能力集中体现在水资源的“量”的再生能力上,“质”的再生只是一种“量”的再生的一种手段。

水资源的自然可再生能力可以年某种形式水资源的可再生量度量:

$$q(t) = Q(t)/T$$

式中 q 为水资源的自然可再生能力; Q 为某种存在形式水资源的天然储量; T 为水资源自然更新周期。

根据水资源存在形式,水资源的自然可再生能力可分为地表水资源再生能力、地下水资源再生能力、土壤水资源再生能力、植物水资源再生能力与大气水资源再生能力。一定区域的水资源可再生能力取决于该区域各种水资源可再生能力叠加。

水资源自然再生能力取决于水资源的自然循环:降水、径流与蒸发以及区域地形、地貌特征与水文地质条件等。一个地区降水量越大,无疑其水资源再生能力也越大;相反,实际蒸发量越大,其水资源的自然可再生能力越弱。径流的形成过程,也是水资源再生过程,有利于蓄水(截留、下渗、吸收)的水文地质环境与地貌特征,也就有利于水资源再生,其水资源再生能力也必然强大,如植树造林对提高水资源再生能力有利。

4 水资源的社会可再生能力

从水资源社会循环角度,由于人类不断开发利用水资源而使之“质量”不断下降,失去其作为资源的使用价值。失去使用价值的水,一方面通过自然再生(自净),恢复其资源的使用价值;另一方面,还可通过人为处理,废水资源化,而恢复其使用价值,这一废水资源化与回用过

程即为水资源的社会可再生能力(或称之为水资源的人为可再生能力)。

水资源的社会可再生能力取决于社会经济实力与科学技术发展水平。水的自然可再生能力与人为再生能力通常是相辅相成的。随着人类对水自然循环的认识水平不断提高,使人类干预水资源的自然循环成为可能,人工降雨、修建水利设施等均可提高局域水资源的再生能力,而这些则属于水资源的社会可再生能力范畴。

水资源的社会可再生能力,是社会经济投入的函数,投入越多,水资源的社会再生能力越强;但因一定功能结构的水环境所能提供的水资源数量不是无限的;因此水资源的社会可再生能力也是有限的,存在某一阈值。其关系为一S型曲线(图1)。

水资源的社会可再生能力与开发和利用水资源过程有很大关系。开发利用水资源的过程包括开发与利用两部分,开发水资源旨在通过提高水资源再生能力,有利于水资源再生;而利用水资源过程是不断使水资源失去其使用价值(从量与质两方面),则是不利于水资源再生的过程。

参考文献:

- [1] 沈 灿.水资源导论[M].北京:高教科学出版社,1998.
- [2] 李广贺,等.水资源利用工程与管理[M].北京:清华大学出版社,1998.
- [3] 姚汝祥,等.水资源系统规划与分析[M].北京:水利电力出版社,1988.
- [4] 刘昌明,等.土壤—作物—大气界面水分过程与节水调控[M].北京:科学出版社,1999.

Principium of the Reproducible Ability of Water Resources

ZENG Wei-hua¹, YANG Zhi-feng¹, JIANG Yong²

(1. Science Institute of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. Beijing Municipal Drainage Corporation, Beijing 100022, China)

Abstract: The reproducible ability of water resources and its influencing factors are expatiated by analyzing the water resources and its basic characters, and the class system of reproducible ability of water resources and a concept model are put forward in the paper. All of above lay a foundation of the reproducible ability theory of water resources.

Key words: water resources; the reproducible ability of water resources; water resource cycle

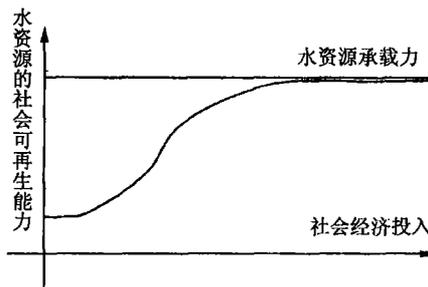


图1 水资源的社会可再生能力与社会经济投入的关系

Fig.1. the relation between the social reproducible ability of water resources and social investment