

水资源属性与水资源问题强相关分析

孙金华^{1 2} 陆桂华^{2 3}

(1. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029; 2. 水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210029; 3. 河海大学水问题研究所, 江苏 南京 210098)

摘要 水资源是基础性自然资源, 既有自然资源共有的特征, 又有着区别于其他自然资源之特性, 具有稀缺性、整体性、地域性、社会性、流动性、基础性、时限性、两重性等, 表现为“复杂”的自然属性和“公共”的社会属性。现实中日趋严重的水资源问题(水资源短缺、污染、浪费、生态环境恶化)与水资源属性强相关, 应运用复合系统观念和方法解决水资源问题。

关键词 水资源; 自然资源; 水资源属性; 水资源问题; 相关分析

中图分类号: TV213 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2007)05-0087-04

Strong correlation analysis of water resources attribute and water resources problems

SUN Jin-hua^{1, 3}, LU Gui-hua^{2, 3}

(1. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China; 2. Water Problem Institute, Hohai University, Nanjing 210098, China; 3. State Key Laboratory of Hydrology, Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing 210029, China)

Abstract As basic natural resources with mutual characteristics of natural resources and characteristics different from other natural resources, water resources have complex natural attributes and common social attributes, such as scarcity, integrity, regionality, sociality, fluidness, foundation, time limit and dualism. Water resources problems deteriorating in true life, including water shortage, pollution, waste and deterioration of ecological environment, are strongly correlated with attributes of water resources. The theory and method of complex system should be adopted to solve the water resources problems.

Key words water resources; natural resources; water resources attribute; water resources problem; correlation analysis

资源是自然界和人类社会一切有价值的物质, 一般分为自然资源和社会资源两大类。自然资源是指在一定的时间、地点、技术和经济条件下, 能够产生经济价值, 以提高人类当前和未来福利的自然环境因素和条件, 通常包括矿物资源、土地资源、水资源、气候资源与生物资源等^[1]。本文分析自然资源共性、水资源特性, 研究自然资源分类及其耗散过程, 探讨水资源属性与水资源问题强相关特征, 揭示水资源问题形成与蔓延的根本原因, 为认识日趋严重的水资源危机提供依据。

1 自然资源共性

自然资源与人类社会有着密切联系, 既是人类赖以生存的重要基础, 又是社会生产原料、燃料来源和生产布局的必要因素, 具有以下共性:

a. 可利用性。自然资源和非资源因素的区别在于能否被人类利用于生产生活。如果不能被利用, 则不能称之为“资源”, 不管这种物质有多少、能量有多大, 只是一种“中型材料”的自然物, 不能作为人类社会生活生产的“初始投入”而具备资源特性^[2]。

基金项目: 水利部科技创新项目(SCX2004-43)
作者简介: 孙金华(1962—) 男, 江苏靖江人, 研究员, 博士, 主要从事水文水资源研究。E-mail: jhsan@nhri.cn

b. 稀缺性。任何“资源”都是相对于“需要”而言的。由于人口的增长和人类生活水平的提高,及其自然资源的时空分布不均,一般说来,自然资源相对于人类的需求实质上是有限的。例如我国农垦历史悠久,耕地后备资源已为数不多,全国耕地最大潜在增量为 800 多万 hm^2 。再如地球上的水 97% 是海洋水,而人类所需的淡水资源仅占全球水量的 2.5%,目前人类利用的淡水资源,主要是江河湖泊水和浅层地下水,仅占全球淡水资源的 0.3%^[3]。

c. 整体性。各种自然资源相互联系、相互制约和相互影响,构成一个整体系统。即各种自然资源都是自然环境的组成部分,在环境中具有特定的生态功能。例如森林资源,不但能够提供一定的林业产量,而且能够净化空气、涵养水源、保持水土、调节气候、改善环境。自然资源的价值具有两重性:一方面是资源能为人类产生经济效益,增益造福;另一方面是自然环境具有巨大的生态效益和环境效益。

自然资源的整体性,主要通过人与资源系统的相互联系表现出来。自然资源一旦成为人类利用的对象,人就成为“人类-资源生态系统”的组成部分,人类在开发利用资源的同时又影响环境,并影响资源的流转和再生过程。人类是独特的物种,在生态圈中具有三重身份:人类是环境的成分,是环境的产物,又是环境的改造者和创造者。其中前两者是自然造成的,是人类永久无法摆脱而必须服从的,这是人类的自然属性。后者是社会教育的结果,人类对此有一定的选择和改造能力。这是人类的社会属性^[3]。

d. 地域性。自然资源的形成服从一定的地域分异规律,其空间分布是不均衡的,例如森林资源、水资源、矿产资源等自然资源的地域性是显而易见的。地域性使得自然资源的“稀缺性”有了更丰富的表现,并由此派生出“竞争性”的特征。由于各地资源开发的方式、途径有所差异,从而使文化打上地域性的烙印。因此,自然资源不仅是一个自然科学概念,也是一个社会学和经济学概念,还涉及文化、伦理和价值观。卡尔·苏尔说过:“资源是文化的一个函数”^[4]。

e. 时变性。自然资源仅为相对概念,随着社会生产力水平提高与科学技术进步,部分自然条件可转换为自然资源。例如:在石器时代,铜不是资源;在青铜器时代,铁不是资源;生物工程技术兴起以前,生物基因未当作资源。另一方面,正如今天大部分十分珍贵的资源在几个世纪以前被认为毫无价值一样,当年很有价值的资源在今天看来可能也没有什么价值。例如某些作为染料用的植物,在染料化工发展起来以前曾是很宝贵的资源,但现在已无太

大价值。随着人类生活质量和环保意识的提高,染料用的植物也许会再显珍贵。

f. 社会性。在强调自然资源天然性的同时,必须充分注重由于自然资源中所附加的人类劳动而表现出来的社会性。当代地球上的自然资源或多或少都有人类劳动的印记,正如马克思所说,人类“不仅变更了植物和动物的位置,而且也改变了它们所居住地方的面貌和气候,人类甚至还改变了植物和动物本身”。

在“人类-资源生态系统”中,人类已成为十分活跃、十分重要的动因,因此系统的变动性就更加明显。这种变动可表现为正负两个方面:正的方面如资源的改良增殖、良性循环,负的方面如资源的退化耗竭、生态恶化。这种变动有时显而易见,有时短期难以判断正负,可能近期带来效益,远期却造成灾难。正是因为长期自然演化并保持动态平衡的自然资源系统加入人类社会构成“人类-资源生态系统”,而呈现变动性特征。

2 水资源特性

水是生命资源,孕育和维持着地球上的一切生命。水又是一种重要的自然资源,提供人类社会生存和发展的生活生产用水。水还是一种重要的生态环境要素。水资源具有自然资源的主要共性,又有着区别于其他自然资源之特性。

a. 流动性。江、河、湖、库水横向流动,地表水、地下水、土壤水、大气水互相运动转化。

b. 基础性。水是人类、生物、植物、动物、土地和生态等绝大部分自然资源的生命资源,与许多资源的强相关仅与非消耗性金属资源、化石燃料资源、太阳能和原子能资源非相关或弱相关,但存在部分间接相关特性。

c. 时限性。全球各地的降水主要集中于少数丰水月份,而长时间的枯水期是少雨水或无降水,如我国南方汛期一般为 5~8 月,降水量占全年的 60%~70%。2/3 的水量以洪水和涝水形式排入海洋;华北、西北和东北地区,年降水量集中在几次较大的暴雨中,极易造成洪涝灾害,给水资源的充分利用带来不便。

d. 两重性。水资源具有“利害两重性”,在一定时空范围内,水少则旱,水多则涝,水脏则污。人类在兴水之利的同时,不得不防水之害。

3 自然资源耗散分析

为了充分认识水资源问题的发生与发展及其危害性,在自然资源分类基础上,对自然资源的储存

表 1 自然资源分类与耗散简略分析

资源分类		资源名称	t_1 时刻 资源储 存量 D_i	$t_1 \sim t_2$ 时间 内资源开发量 (人类活动作用) E_i	$t_1 \sim t_2$ 时间资源 消耗量 C_i	$t_1 \sim t_2$ 时间 资源更新量 (自然力作用) R_i	$t_1 \sim t_2$ 时间 内消耗资源后 的废污物质 F_i	t_2 时刻资源量 d_i
自然 资源	耗竭性资源	土地资源	D_1	E_1	C_1	R_1	/	$d_1 = D_1 + E_1 + R_1 - C_1 - f_1(F_{14})$
		森林资源	D_2	E_2	C_2	R_2	/	$d_2 = D_2 + E_2 + R_2 - C_2 - f_2(F_{14})$
		作物资源	D_3	E_3	C_3	R_3	/	$d_3 = D_3 + E_3 + R_3 - C_3 - f_3(F_{14})$
		动物资源	D_4	E_4	C_4	R_4	/	$d_4 = D_4 + E_4 + R_4 - C_4 - f_4(F_{14})$
		基因资源	D_5	E_5	C_5	R_5	/	$d_5 = D_5 + E_5 + R_5 - C_5$
	不可更新资源	可重复使用资源 (非消耗性金属)	D_6	E_6	C_6	/	/	$d_6 = D_6 + E_6 - C_6$
		不可重复使用资源 (化石燃料)	D_7	E_7	C_7	/	F_7	$d_7 = D_7 + E_7 - C_7$
	非耗竭性资源	太阳能	D_8	E_8	C_8	R_8	/	$d_8 = D_8$
		潮汐能	D_9	E_9	C_9	R_9	/	$d_9 = D_9$
		原子能	D_{10}	E_{10}	C_{10}	/	/	$d_{10} = D_{10}$
		风 能	D_{11}	E_{11}	C_{11}	R_{11}	/	$d_{11} = D_{11}$
		降 水	D_{12}	E_{12}	C_{12}	R_{12}	/	$d_{12} = D_{12}$
		大 气	D_{13}	E_{13}	C_{13}	R_{13}	F_{13}	$d_{13} = D_{13} - f_{13}(F_7 , F_{13})$
		水	D_{14}	E_{14}	C_{14}	R_{14}	F_{14}	$d_{14} = D_{14} + E_{14} + R_{14} - C_{14} - F_{14} - f_{14}(F_7 , F_{13} , F_{15})$
		自然风光	D_{15}	E_{15}	C_{15}	R_{15}	F_{15}	$d_{15} = D_{15} + E_{15} + R_{15} - C_{15} - f_{15}(F_{14})$

量、人工开发、自然更新、残留废污物对生态环境及其他资源的互相影响进行简要分析和分类比较。自然资源的分类目前虽无统一的标准 ,但近年来越来越多地根据自然资源本身固有的属性进行分类^[3]。本文通过分类并对自然资源耗散即减损过程进行简略分析(表 1) ,可以归纳如下几点：

a. 耗竭性资源 :假定在任何对人类有意义的时间范围内 ,资源质量保持不变 ,资源蕴藏量不再增加的资源称为耗竭性资源。耗竭资源的持续开采过程也就是资源的耗竭过程。资源蕴藏量为零时 ,就达到了耗竭状态。耗竭性资源中又可分为两种 :①可更新资源 :能够通过自然力以某一增长率保持或不断增加的自然资源。②不可更新资源 :指按人类的时间尺度不可能因为自然力的作用而恢复或更新的资源。由于这类资源不可再生 ,其可持续利用即最优耗竭是关键。可更新资源其更新速率及其总量主要受自然力作用而自然恢复 ,但相当一部分可更新资源都可能因为人类活动而被掠夺到枯竭的程度 ,以至于自然恢复不能再发生。显然 ,依赖生物繁衍的大多数可更新资源都属此类。众所周知 ,过度地捕捞、狩猎、污染以及生境的破坏 ,已严重地降低了很多物种的可更新功能。除生物、植物资源外 ,土壤和蓄水层也具有类似特征。土地一旦被过度使用和误用到由于土壤侵蚀、盐碱化和沙漠化而退化 ,就绝不能保证在与人类活动相应的时间尺度内发生恢复过程。这些可更新资源的更新速率和总量与气候尤其是水资源的质和量有着密切关系。

b. 非耗竭性资源中的恒定性和亚恒定性资源 ,

其总量主要是决定于自然力的作用 ,与人类利用程度无关 ,而且是“ 绿色资源 ” ,其开发和利用不会产生废污物 ,影响其他资源。①恒定性资源 :按人类的时间尺度来看是无穷无尽 ,不会因人类利用而耗竭的资源。恒定性资源的总量不会因为人们的利用而减少。②非耗竭性资源中的大气、水、自然风光等 ,其易误用和易污染特性十分明显。虽然某些资源会由于过度利用而暂时耗竭 ,但如果使用速率控制在再生或同化能力之内就可迅速恢复。现实江、河、湖、库中的水流往往由于过度提取而减少或枯竭 ,水体往往由于太多的营养物和废污水注入使降解能力减弱而使水资源失去使用价值 ,地方大气资源、自然风光资源的质量由于污染物排放而下降 ,使水资源问题不断发生和发展 ,以至蔓延和恶化。由于水资源质和量问题的出现 ,同时对土地资源、森林资源、作物资源、动物资源、自然风光资源构成影响 ,如表 1 中的 $f_1(F_{14}) \wedge f_2(F_{14}) \wedge f_3(F_{14}) \wedge f_4(F_{14}) \wedge f_5(F_{14})$ 。

4 水资源问题与属性相关分析

水资源具有稀缺性、整体性、地域性、社会性、流动性、基础性、时限性、两重性等属性 ,充分显示水资源“ 复杂 ”的自然属性、“ 公共 ”的社会属性 ,表明水资源是一种易误用和易污染的“ 脆弱 ”性自然资源。社会现实中日趋严重的水资源问题与水资源属性有着密切关系 ,其相关性分析如表 2 ,图 1。

5 结 论

a. 以前对水资源特性及其相关问题缺乏全面、

表 2 水资源属性与水资源问题相关分析

水资源属性	水 资 源 问 题
稀缺性	水资源总量不能满足社会经济发展和生态环境的需要 ,已经成为重要的制约因素。
整体性	水资源不仅是不可缺少的生产要素(工业供水、农业供水等) ,也是重要的自然环境因素 ,水资源量和质都会影响自然界的生态效益和环境效益。
地域性	水资源量地域分布不均衡 ,是引发干旱或洪涝的重要原因。水资源质也存在地域差异 ,如水资源中盐、碱或有害物质含量各地不尽相同 ,并影响土地资源、动物资源、作物资源等其他资源。
社会性	人类采取各种工程措施和非工程措施 ,开发、利用、配置水资源 ,客观存在正负两方面效应 ,人类活动已是造成水资源短缺、水质污染和生态环境恶化的主要因素。
流动性	流动性资源耗损和退化的许多问题之所以恶化 ,是因为它们常常是公共财产或存在于公共场所 ,不能为任何个人或私营企业专有 ,误认为不会耗竭并免费获取 ,对资源保护和减少污染缺乏积极性。水资源因流动而难以分割 ,易感染废污物 ,并扩散性强。
基础性	水是人类、生物、植物、动物、土地等自然资源的生命资源 ,水多、水少、水脏等都会影响到这些资源的生存和更新。水资源一旦出现问题 ,则影响面很广。
时限性	水资源主要由降水补充和更新 ,年降水量往往集中在每年的少数月份和几次较大的暴雨中 ,易形成洪涝灾害或流入海洋 ,不利于水资源的充分使用。
两重性	水资源具有量和质的两重性 ,质量不好的水资源不仅不具备使用价值 ,并且破坏其他资源 ,影响生态环境 ;水资源具有利和害的两重性 ,少则旱 ,多则涝 ,脏则污。

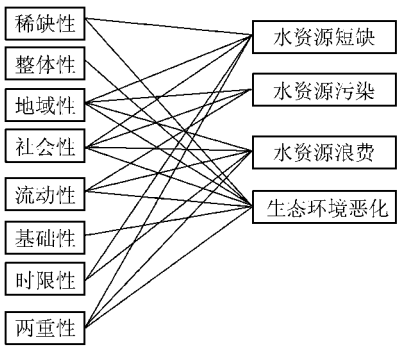


图 1 水资源属性与水资源问题相关分析

深刻和系统的认识 ,往往属于一般的感知。通过以上比较和分析 ,可以更清晰地认识到水资源具有许多与其他资源不同的属性 ,十分“ 复杂 ”和“ 脆弱 ”。水资源问题与水资源属性强相关。

b. 当今严重的水资源问题一方面与水资源特别复杂的自然属性有关 ,另一方面缘于水资源社会属性。由于人类活动作用 ,使水资源在储存、流动、耗散、更新等环节上发生量和质的变化而损耗或完全失去使用价值 ,并进一步影响生态和环境。虽然没有任何可更新资源会在人类活动影响之外 ,但是水资源易受人类活动影响 ,其特点更加明显 ,涉及范围更加广泛。

c. 解决水资源问题 ,一方面需要研究水资源形成、流动、降解、污染扩散、跨流域调水等具体的工程技术问题 ,另一方面 ,需要把面临的缺水、水污染和水生态环境恶化等水资源问题放在与水有关的社会、经济、资源、生态和环境等组成的复合系统之中 ,纳入到资源-环境-社会-经济-未来等所构成的多维时空体系里 ,采取各种技术、经济、行政、法律等综合措施进行优化配置 ,才能获得最佳效益 ,以解决长期和根本性水资源问题。

参考文献：

[1] 中国大百科全书编委会 . 中国百科大辞典[K]. 北京 :中国大百科全书出版社 ,2001 2712.

[2] 张梓太 ,吴卫星 . 环境与资源法学[M]. 北京 :科学出版社 ,2002 228.

[3] 陈静生 ,蔡运龙 ,王学军 . 人类-环境系统及其可持续性 [M]. 北京 :商务印书馆 ,2001 69-79.

[4] 马中 . 环境与资源经济学概论[M]. 北京 :高等教育出版社 ,1999 56-58.

(收稿日期 2006-08-05 编辑 :傅伟群)

(上接第 14 页)

的需求。与其他试验结果比较后可知 ,天然水体中藻类的光合作用为溶解氧的主要氧源 ,而大气复氧为次要作用。

c. 初始 COD 浓度对氮水体自净过程有影响 ,尤其是对初期的硝化进程影响较大。较高的 COD 浓度引起异养菌对氧的过多消耗 ,使本来数量就处于劣势的硝化细菌反应时受阻。而反应初期就被快速消耗的 COD 对后续反硝化不利 ,以至于不得不靠外加碳源方式完成反硝化。

参考文献：

[1] PATRICK C C L , PAUL K S L. Major pathways for nitrogen removal in waste water stabilization ponds[J]. Water , Air and Soil Pollution , 1997 , 94 :125-136.

[2] HAO X D , JOSE M. Removing nitrate and ammonium from drainage water by simulation of natural biological processes[J]. Wat Res , 1998 , 32(3) 936-943.

[3] 国家环境保护总局 . 水和废水监测分析方法[M]. 4 版 , 北京 :中国环境科学出版社 ,2002.

(收稿日期 2006-05-10 编辑 :高渭文)