

水资源承载力的内涵与理论探析

赵国华¹, 翟国静², 李晓粤², 刘风华²

(1. 廊坊市供水总公司, 河北 廊坊 065000; 2. 河北工程技术高等专科学校 水利工程系, 河北 沧州 061001)

摘 要:系统分析了有关水资源承载力的定义, 从传统的水资源理论、社会经济系统理论和可持续发展理论研究了水资源承载力的概念; 通过对水资源承载力概念的分析, 从生态属性、社会经济属性、时空属性、可持续属性、技术属性 5 个方面探讨了水资源承载力的内涵; 同时, 从水文循环、社会经济、可持续发展等方面探讨了水资源承载力的理论体系。
关键词:水资源承载力; 水文循环; 生态系统; 可持续发展; 各态历经
中图分类号:T V213.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-3409(2007)06-0289-03

Researches on Connotation and Theory of Water Resource Carrying Capacity

ZHAO Guo-hua¹, ZHAI Guo-jing², LI Xiao-yue², LIU Feng-hua²

(1. Langfang Water Supply Corporation, Langfang, Hebei 065000, China; 2. Department of Hydraulic Engineering, Hebei Engineering and Technical College, Cangzhou, Hebei 061001, China)

Abstract:The definitions of water resources carrying capacity are analyzed systemically, the conception of water resources carrying capacity is researched from the aspect of traditional water resource theory, social-economic theory and sustainable development theory. From five aspects of bionomics, social-economics, space-time, sustainable and technicality, connotation of water resources carrying capacity is explored. At the same time, theoretic system is discussed based on hydraulic cycle, social-economic, sustainable development and so on.
Key words:water resources carrying capacity; hydraulic cycle; ecology system; sustainable development; ergodicity

水资源承载力是承载力概念与水资源领域的自然结合, 是随着水问题的日益突出由我国学者在 20 世纪 80 年代末提出来的^[1-2], 在吸收了国外承载力研究成果的基础上, 水资源承载力的研究在我国得到了独立的发展, 取得了较为丰富的成果^[1-3]。但从总体上看, 到目前为止, 对于水资源承载力的认识还不统一, 尚未取得公认的定义, 水资源承载力在基本概念体系上的研究尚显不足, 其研究视角和研究方法都有待拓宽。

1 水资源承载力的概念

水资源承载力定义的不同反映了不同学者对水资源承载力的不同认识。目前有关水资源承载力的定义主要分为 3 类。
1985 年新疆水资源软科学课题研究组提出了水资源承载力是水资源可开发利用量, 在满足维护生态环境用水要求后, 所能支撑的工农业最大产值和人口数量^[4]。冯尚友对水资源承载力的定义是, 在一定区域内、在一定物质生活水平下, 水资源所能够持续供给当代人和后代人需要的规模和能力^[5]。许有鹏提出, 水资源承载力是指在一定的技术经济水平和社会生产条件下, 水资源可最大供给工农业生产、人民生活 and 生态环境保护等用水的能力, 也即水资源最大开发容量, 在这个容量下水资源可以自然循环和更新, 并不断地被人们利用, 造福于人类。同时不会造成环境恶化^[6]。这些定义可以认为是第一类, 它是将水资源承载力在一定意义上等同于区域供水量, 是一种传统水利的观点, 是传统水资源理论研究的拓展。随着人类社会的进步和发展, 资源与环境

问题日趋严重, 水利事业已由传统的防洪、发电、灌溉、航运演化到了目前以防洪、灌溉、发电、航运、供水、排水、养殖、水土保持和生态建设、环境美化等为主要任务, 为国民经济提供水产品、水能产品以及水服务的工程建设与管理等更广大的范围。同时有关水问题的研究范围和深度也在不断扩大, 从工程水利扩展到资源水利, 再由资源水利到水资源、社会、经济协调发展。
施雅风等认为, 水资源承载能力是指某一地区的水资源, 在一定社会历史和科学技术发展阶段, 在不破坏社会和生态系统时, 最大可承载(容纳)的农业、工业、城市规模和人口的能力, 是一个随着社会、经济、科学技术发展而变化的综合目标^[7]。阮本清对水资源承载力的定义为, 在未来不同的时间尺度上, 一定生产条件下, 在保证正常的社会文化准则物质生活条件下, 一定区域(自身水资源量)用直接或间接方式表现的资源所能持续供养的人口数量^[8]。第二种认为水资源承载力可以用区域内所能供养人口的数量和经济规模来刻划。这是传统水利观念的一种转变, 正象力学中承载力与荷载一样, 这种定义不是从支撑能力的角度来研究水资源问题, 而是从荷载的角度来研究水资源问题, 能反映出资源对人类社会和经济发展的贡献和限制。在人类进入了高度发展的工业时代和即将进入信息时代的今天, 工农业生产、生活和生态环境的发展对水的依赖程度越来越高, 水资源已成为制约人类社会发展的瓶颈。一个地区、一个流域的水资

*收稿日期: 2007-01-29
作者简介: 赵国华(1968-), 男, 总工程师, 主要从事水资源与供排水研究。

源到底能够支撑多大社会规模的现状和发展,就成了制定区域发展规划研究的基础性的尺度和指标。衡量水资源承载力的大小对一个国家或地区综合发展以及发展规模有至关重要的影响。

惠泱河对水资源承载力的定义是:某一地区的水资源在某一具体历史发展阶段下,以可以预见的技术、经济和社会发展水平为依据,以可持续发展为原则,以维护生态环境良性循环发展为条件,经过合理优化配置,对该地区社会经济发展的最大支撑能力^[9]。龙腾锐等认为水资源承载力是在一定时期和技术水平下,当水管理和社会经济达到优化时,区域水生态系统所能承载的最大可持续人均综合效用水平和最大可持续水平^[10]。国家“九五”科技攻关“西北地区水资源合理配置与承载能力研究”项目大纲则定义水资源承载能力为“在某一具体的历史发展阶段下,以可以预见的技术、经济和社会发展水平为依据,以可持续发展为原则,以维护生态环境良性发展为条件,经过合理的优化配置,水资源对该地区社会经济发展的最大支撑能力”^[3]。刘强等对水资源的定义为:以一定的水资源开发利用水平为基础,以可预见的技术、经济和社会发展水平为依据,以维护生态、环境良性循环发展为条件,在一定的时间考察序列内(应不少于 20 a),以保证水资源对社会、经济、人口等方面的支撑为持续平衡增长的前提下,水资源可以达到的最大支撑能力^[11]。第 3 种定义不仅采用区域内所能供养人口的数量和经济规模来刻画水资源承载力,而且更进一步强调了可持续发展的理念,这是解决水资源可持续利用的需要,也是谋求人与自然和谐发展规律的基本内容。人类生存依赖于能够持续提供生存资源的健康生态系统,生态系统是具有一定弹性的,但是,受资源过度开采的威胁和废物超标排放的影响,生态系统会逐渐失去弹性并可能突然崩溃。这说明生态系统退化存在一个界限,达到这一界限时生态系统就会破坏。承载力的概念能够解释和度量这一关键界限或阈值,生态环境承载力表示在不降低自然环境质量以及社会、经济和文化系统水平的前提下,生态系统所能支撑的有限人口数量,是一种间接度量方法,反映了生态系统能够维持平衡而不破坏的最大水平。研究水资源有关社会、经济和生态环境方面开发和利用的界限问题,就是水资源的承载力问题,正确处理好水资源的开发与保护、开源与节流问题的关键是在人与自然和谐共存的指导方针下,走可持续发展的发展模式^[12]。

2 水资源承载力的内涵

虽然每位学者对于水资源承载力的定义不尽相同,但通过对水资源承载力定义的研究可以发现其内涵是相似的。水资源承载力的内涵具体体现在生态属性、社会经济属性、时空属性、可持续属性、技术属性 5 个方面。

2.1 生态属性

水资源-人类系统是一个典型的生态经济系统,有必要采用生态经济学的方法进行分析。水资源承载力就是从生态学的角度出发而提出来的。它以水作为载体,将人口、生态环境和社会经济作为被承载体,这就充分体现了生态经济系统是水资源承载力研究的基础,水资源承载力具有生态属性。水资源承载力的生态属性还表现在其具有极限含义。承载力在生态学中一般被定义为“某一生境所能支持的某一

物种的最大数量”,它所包含着极限思想,因此,水资源承载力的生态属性具体表现为水资源承载力具有极限涵义,当达到水资源承载力时,也必然意味着这一生态极限得到充分的利用。水资源承载力的生态极限应当包括 3 个方面:水资源的开发利用量达到可更新水资源量;水环境质量符合设定的使用功能要求,污染物的浓度值和累积值都应处于极限值以下;满足水生态系统的安全性和生物多样性的需求以及区域宏观生态环境的用水需求。水资源承载力的生态极限是水资源存在承载极限的根本原因,但是由于水生态系统具有一定的弹性,所以水资源承载力的生态极限具有一定的动态性。同时,水资源承载力的生态极限还与一定的生态建设和环境保护目标有关^[10]。

2.2 社会经济属性

水资源承载力是一个具有自然和社会双重属性的概念,既反映了水资源系统的自然分布状态,也反映了水资源系统满足社会经济系统的能力,同时也与社会经济系统开发自然资源系统的深度有关。因此,水资源承载力的研究要从水资源系统-自然生态系统-社会经济系统的耦合机理上综合考虑水资源对人口、资源、环境和经济协调发展的支撑能力。水资源承载力的社会经济内涵主要表现在 3 方面:水资源承载力是以“预期的经济技术发展水平”为依据,所谓:“预期的经济技术水平”主要包括区域水资源的投资水平、水资源开发利用和管理水平;区域水资源承载力是“经过合理的水资源优化配置”而得到的,而区域水资源优化配置是一种典型的社会经济活动行为;区域水资源承载力最终表现为“区域经济规模和人口数量”,人口和相应的社会体系是区域水资源的承载对象,因此水资源承载力的大小是通过人口以及相对应的社会经济水平和生活水平体现出来^[1]。

2.3 时空属性

水资源承载力是一定社会阶段一定区域上的水生态系统自身的承载力,具有时间属性和空间属性,对于不同的时空尺度,相同水资源量的承载力是不同的。水资源承载力是自然水生态系统同人类长期相互作用关系的反映,具有一定的时间属性。从某种意义上讲,水资源承载力的时间尺度也是一个未来的、长期性的概念。同样地,自然水生态系统同人类长期相互作用中,不同的空间和空间尺度水资源承载的综合效用及其它约束因素如自然资源、劳动力资源和技术资源等都是不同的,因此具有空间属性。由此可见,在进行一个地区水资源承载能力研究时,只有把近期和远期目标结合起来,充分考虑地区差异,从而对远期的水资源承载力做出较为客观的预测和评价。

2.4 可持续属性

水资源承载力表示区域水资源持续供给社会体系的能力,因此对水资源的开发利用应是可持续利用的。水资源持续利用是可持续发展框架下水资源开发利用的新模式,使水资源开发、利用、治理、配置、节约和保护最合理的统一体。也就是说,既要保证水资源的持续、永久的利用,又要保证水资源的开发利用满足经济发展的需要。没有持续开发利用的水资源,就谈不上社会经济持续稳定地发展,相反,社会经济的需求得不到水资源系统的支持,就没有社会经济持续稳定的发展。另外持续的内涵还表现在水资源承载力的增强

是持续的。刘昌明院士在“中国21世纪水问题方略”中提出需水量零增长的概念,即随着经济的发展,由于水资源的约束而必然会导致需水量出现零增长甚至负增长,但是水资源承载力的增长是持续的,只是这时增长的形式不以资源量增加的方式表现出来,而是出现技术进步型承载力增长^[1]。

2.5 技术属性

从理论上讲,作为自然生态系统,某一生境下应存在其所能支持的某一物种的最大数量,即所谓的承载力。然而目前所研究的水资源承载力并非一个纯粹客观的概念,而是自然水生态系统同人类长期相互作用关系的反映,具有主观性的一面。水资源承载力离不开特定的科学技术背景,这不仅在于水资源承载力的生态极限与特定的技术水平有关,而且在于通过优化水资源管理或者提高科学技术水平可以提高水资源对社会经济的承载能力。

3 水资源承载力的支撑理论

水资源承载力的研究是传统的水资源理论向社会经济系统的延伸,其目的是试图以水资源这单维资源作为约束条件来反映水资源对社会、生态环境和经济的贡献,从一个侧面来表征水资源与社会、生态环境和经济的协调发展特性^[13]。因此必须建立在可持续发展的理论框架下,以水资源、水环境形成和发展过程为基础,按生态经济系统的规律和统计学规律进行水资源承载力的研究。水资源承载力研究的基础理论主要包括水文循环机理、社会-经济复合系统的耦合机理、可持续发展理论和各态历经理论等。

3.1 自然-人工二元模式下的水文循环机理

水资源承载力的研究是水资源研究理论的拓展。人类活动不仅改变了水循环过程,同时对水资源的数量及其构成产生重大影响。随着人类活动的日益加剧,天然状态下的流域水循环模式发生了根本性改变,不仅改变了流域降水、蒸发、入渗、产流、汇流特性,而且在原有的天然水循环内产生了由“取水-输水-用水-排水-回归”5个基本环节构成的人工侧枝循环圈,形成“天然-人工”双驱动力作用下的流域“二元”水循环模式^[14],因此,自然-人工二元模式下的水文循环过程与机制是进行水资源承载力研究的一个基石。

3.2 复合系统的耦合机理

水资源承载力是具有空间属性和自然与社会双重属性的概念,在一定的空间内自然-社会具有层次、结构复杂并具有整体功能的复合系统。在这个系统中人口、水资源、生态环境、社会经济形成一个开放型的、复杂的生态经济系统,并且具有能够和相邻区域不断交换诸如水量、生产要素等能力,通过内部的能量流动、物质循环和信息传递可以改变本系统的水资源承载力。水资源承载力,既反映了水资源系统满足社会经济系统的能力,也与社会经济系统开发自然水资源系统的深度有关,水资源承载力大小不仅取决于区域水资源量,还决定于自然环境、社会经济技术水平、社会经济结构和承载驱动力等诸多因素。水资源既是该复合系统的基本组成要素,又是社会经济系统和自然生态系统存在和发展的支持条件。因此该系统是由水、生态、经济构成的复杂系统,即水-生态-社会经济复合系统。水-生态-社会经济复合系统是在传统经济系统的基础上将水资源、生态环境包容进来,把水资源、生态环境看成是经济系统的一部分和提供

各种服务的一种资源。生态环境向经济系统提供包括水资源在内的自然资源,然后资源经生产过程和消费最终以废弃物的形式返回自然环境。生态经济系统就是生态系统与经济系统相互联系、相互作用、相互交织构成的具有一定结构和功能的复合系统。在这个复合系统中包括水资源系统-自然生态系统-社会经济系统,因此,在水资源承载力的研究中应在水资源系统-自然生态系统-社会经济系统耦合机理上综合考虑水资源对地区人口、资源、环境 and 经济协调发展的支撑能力。在传统的价值观念中,认为天然的自然资源没有价值,导致多年来,对包括水资源在内的资源进行掠夺性的开发和浪费,甚至造成水资源短缺、生态破坏和环境恶化的严重后果,成为经济社会持续、稳定、协调发展的障碍。资源短缺和环境恶化的压力迫使人类重新面对自然界,将资源和环境纳入经济系统,使人类和自然环境走向协调发展的道路。水资源是环境的组成因素,水资源承载力研究将以生态经济系统为基础,按经济学运行规律分析水资源的供需特性,从而体现水资源对人类社会的价值和贡献。

3.3 可持续发展理论

可持续发展理论是在20世纪后期随着世界经济高度发展,人类所面临的人口、资源、生态环境问题的日益严峻形势而提出来的,可持续发展理论一经提出就被越来越多的人所接受,并逐渐成为全世界的共识。可持续发展理论的提出,改变了人类传统观念,建立了资源利用新的伦理道德思维,可持续发展理论认为,“可持续发展指不削弱无限期地提供不下降的人均效用的能力的发展”,这种发展不是简单的经济增长,而是多维度的进步,是人类在生存条件满足之后为其进一步的需求和愿望而付出的行为总和^[10]。在可持续发展理论的指导下,资源可持续利用、人与环境协调发展取代了以前片面追求经济增长的发展观念。可持续发展强调3个主题:代际公平、区域公平及社会经济发展与人口、资源、环境间的协调性^[15]。可持续发展是既能满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。它要求人类经济和社会发展必须维持在资源和环境的承载范围之内,以保证生态持续、经济持续和社会持续。这种持续,不仅要求代内公平即同一代人中的一部分人的发展不应损害另一部分人的价值,而且要求代际公平即当代人的发展不应损害下一代人的利益。它不仅涉及人类未来的前途和命运,而且对人们的思维方式、生产方式和生活方式都产生了十分深刻的影响。可持续发展实质是要正确处理发展与环境 and 资源的关系,以保障当代人与后代人持续健康地生存与发展。而水资源承载力以水资源作为约束条件,谋求人口、资源、环境和社会经济发展协调关系,水资源承载力研究则是可持续发展理论在水资源管理领域的具体体现和应用,因此水资源承载力的研究应以可持续发展理论作为指导思想。

3.4 各态历经理论

从可持续发展的角度而言,水资源承载力具有一定的时间尺度,是“在一定的时间考察序列内(应不少于20a),以保证水资源对社会、经济、人口等方面的支撑为持续平衡增长的前提下,水资源可以达到的最大支撑能力”^[11]。各态历经性亦称各态遍历性,是指在一定的时间序列(时间尺度)内其

(下转第294页)

土区>一般区。在不同的立地条件下,刺槐林地土壤水分条件有别,土壤含水量总体趋势表现为全部客土区>局部客土区>一般区,说明客土后,土壤结构改善,保水力提高,有利于植被生长。

3.3 人工植被恢复区土壤水分常数

3.3.1 相同植被恢复区不同林地的土壤水分常数

图 7 是局部客土区刺槐混交林和新疆杨林地土壤水分常数对比情况。

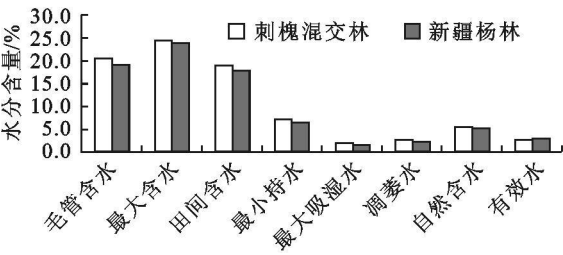


图 7 局部客土区土壤水分含量变化

4 小 结

各树种生长发育过程中,对水分的需求不一样,因此土壤含水量发生时间和空间上的变化,土壤含水量总体趋势表现为全部客土区>局部区>一般区、刺槐林>新疆杨林,客土造林有利于土壤保水。

土壤水分常数指标分析认为,龙庆峡荒滩土壤发育时间短,受不同的植被类型影响较小,但相对来说,刺槐混交林地土壤水分状况较好。土壤水分常数是反映土壤水的物理特性及对植物有效程度的各种特性值,同一树种在不同的造林区林地的土壤水分常数表现出全部客土区>局部客土区>一般区,说明全部客土对土壤水的物理特性的改善作用大于

刺槐混交林地土壤水分常数指标与新疆杨林相比,差异很小,说明龙庆峡荒滩土壤发育时间短,受不同的植被类型影响较小,但相对来说,刺槐混交林地土壤水分状况较好。

3.3.2 不同植被恢复区相同林地土壤水分常数

图 8 是刺槐混交林林地土壤水分常数对比情况。

除最小持水量、最大吸湿水和凋萎含水量三项指标,刺槐混交林土壤其他指标均表现为全部客土区>局部客土区>一般区。

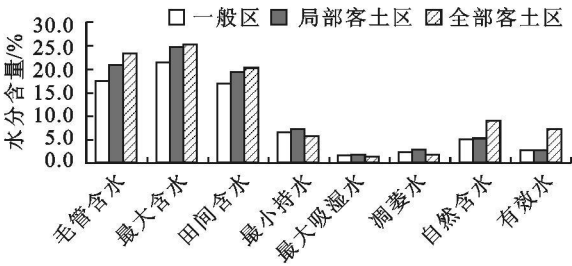


图 8 刺槐混交林林地水分含量变化

局部客土。

参考文献:

[1] 张洪芬,王劲松,黄斌.西峰黄土高原麦田土壤水分的垂直分布[J].土壤通报,2006,37(6):1081-1085.

[2] 曾辰,邵明安.黄土高原水蚀风蚀交错带柠条幼林地土壤水分动态变化[J].干旱地区农业研究,2006,24(6):155-158.

[3] 潘成忠,上官周平.黄土半干旱丘陵区陡坡地土壤水分空间变异性研究[J].农业工程学报,2003,19(6):5-9.

[4] 陈洪松,邵明安.黄土区坡地土壤水分运动与转化机理研究进展[J].水科学进展,2003,14(4):513-520.

[5] 冯尚友,傅春.我国未来可利用在水资源量的估测[J].武汉水利电力大学学报,1999,32(6):6-9.

[6] 许有鹏.干旱区水资源承载力综合评价研究[J].自然资源学报,1993,8(3):229-237.

[7] 施雅风,曲耀光.乌鲁木齐河流域水资源承载力及其合理利用[M].北京:科学出版社,1992.

[8] 阮本青,沈晋.区域水资源适度承载能力计算研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1998,4(3):57-61.

[9] 惠泱河,蒋晓辉,黄强,等.水资源承载力评价指标体系研究[J].水土保持通报,2000,21(1):30-34.

[10] 龙腾锐,姜文超,何强.水资源承载力内涵的新认识[J].水利学报,2004(1):38-43.

[11] 刘强,杨永德,姜兆雄.从可持续发展角度探讨水资源承载力[J].中国水利,2004(3):11-14.

[12] 孙富行,郑垂勇.水资源承载力研究思路和方法[J].人民长江,2006,37(2):33-36.

[13] 孙富行.水资源承载力支撑理论探讨[J].海河水利,2002(3):4-6.

[14] 贾仰文,王浩.“黄河流域水资源演变规律与二元演化模型”研究成果简介[J].水利水电技术,2006,37(2):45-52.

[15] 朱一中,夏军,谈戈.关于水资源承载力理论与方法的研究[J].地理科学进展,2002,21(2):180-188.

(上接第 291 页)

时间均值趋于总体均值。根据这一原理就可用现状水资源承载力和目标水资源承载力为起始和终点预测水资源承载力的静态量度和动态变化过程。

4 结 语

目前,虽然水资源承载力的研究越来越受到人们的关注,并且已经在研究方法、评价指标、度量方法等多个方面取得了进展,但是水资源承载力的概念、内涵、评价指标体系、度量方法等仍缺乏统一和公认的理论 and 标准,还没有形成水资源承载力研究成熟的理论和方法,因此,必须全面系统地分析水资源承载力研究的起源、过程和成果以及相关理论,从而建立水资源承载力的理论体系,建立客观、有效、实用的评价体系。

参考文献:

[1] 雷学东,陈丽华,余新晓,等.区域水资源承载力研究现状与发展趋势[J].水资源与水工程学报,2004,15(3):11-14.

[2] 文琦,何彤慧.近 10 年来我国水资源承载力研究综述[J].水资源保护,2005,21(6):15-18.

[3] 余卫东,闵庆文,李湘阁.水资源承载力研究的进展与展望[J].干旱区研究,2003,20(1):60-66.

[4] 新疆水资源软科学课题组.新疆水资源及其承载力的开发战略对策[J].水利水电技术,1989(6):2-9.