

水资源承载力研究现状与发展趋势

李滨勇,史正涛,董 铭,王爱忠,刘 波

(云南师范大学旅游与地理科学学院,云南 昆明 650092)

摘 要:在分析和总结现有资料的基础上,对水资源承载力概念与特性、评价指标体系和评价方法进行了分析和总结,并讨论了水资源承载力研究中存在的问题及其发展趋势。

关键词:水资源承载力;评价指标;评价方法;发展趋势

中图分类号:S273,TV213 **文献标识码:**A

承载力(carrying capacity)原为力学中的一个指标,是指物体在不产生任何破坏时的最大(极限)负荷^[1]。1921年,Park和Burgess首次将其引入到人口问题的研究中。他们认为,可以根据某地区的食物资源来确定区内的人口承载力^[2]。随着土地退化、环境污染、生态破坏和人口膨胀等问题的出现,承载力概念被不断扩展并广泛应用于资源、环境、经济等有关方面。20世纪80年代初,联合国教科文组织(UNESCO)提出了“资源承载力”的概念:一个国家或地区的资源承载力是指在可以预见的期间内,利用本地能源及其自然资源的智力、技术等条件,在保证符合其社会文化准则的物质生活水平条件下,该国家或地区能持续供养的人口数量^[3]。

资源承载力主要探讨人口与资源的关系。其中研究较早且比较成熟的是土地承载力。经过近几十年的发展,已涉及到许多资源领域。水资源承载力的相关研究也就应运而生。

1 水资源承载力的概念

水资源承载力(water resources carrying capacity)是继土地资源承载力之后,研究比较多的领域。国外大多将其纳入可持续发展理论中。例如Rijberman J等用水资源承载力作为城市水资源安全保障的衡量标准^[4];Joardor等从供水角度对城市水资源进行相关研究,并将其纳入城市发展规划当中^[5];Harris着重研究了农业生产区域的水资源农业承载力^[6]。

我国水资源承载力研究起步较晚,迄今为止仍未形成一个系统、科学的理论体系。许多学者针对“水资源承载力”,提出了自己的定义。这些说法大致可归纳为三类:①以“水资源开

发利用的最大容量”来定义。如高彦春等认为“水资源开发的阈值指在社会生产条件、经济技术水平都达到相当水平的条件下水资源系统可供给工农业生产、人民生活 and 生态环境的用水能力,即水资源开发的最大容量”^[7]。②以“最大支撑能力”来定义。如贾嵘认为“水资源承载力是指在一个地区或流域的范围内,在具体的发展阶段和发展模式条件下,当地水资源对该地区经济发展和维护良好的生态环境的最大支撑能力”^[8]。③以“人口或社会经济规模”定义。如李令跃认为“水资源承载力是某一历史发展阶段,以可预见的技术、经济和社会发展水平为依据,以可持续发展为原则,以维护生态良性循环发展为条件,在水资源得到合理开发利用下,该地区人口增长与经济发展的最大容量”^[9]。

通过对比可以发现,上述定义都在可持续发展观念的指导下,突出了生态用水的特征,并将水资源承载能力抽象定义为对社会经济系统最大的支撑能力。但是在定义过程中,对水资源承载力本身的内涵,表达仍然比较宏观。例如所谓的“承载力”究竟是指符合约束条件的最小承载力,还是达到理论极值的极限承载力,或者是两者之间的适度承载力?而且研究者往往是根据自己的研究目标对水资源承载力进行定义,其侧重点也不同,这就导致了由水资源承载力内涵而得出的评价指标体系和研究结果缺乏可比性。因此,水资源承载力的研究迫切需要建立统一的水资源承载力概念体系。

2 水资源承载力的特性

(1)时空性。水资源承载力具有明显的空间性和时序性。

同一时间,不同地域上的水资源承载力是不同的;同样即使在同一地域上,将来不同时期尺度上的水资源承载能力也是不相同的。因此,水资源承载能力只有在一定的时间和空间范围内进行研究才有意义。

(2)多目标性。水资源承载力的多目标性体现在区域发展模式和水资源开发利用方式的多样性上。多样性使得某一区域的需水量和供水量均不相同,且相关的发展指标差异也很大,从而导致承载力数值不仅与区域发展模式有关,也与水资源配置模式有关,水资源承载的计算应在区域水资源合理配置的基础上进行。

(3)有极限性。有某一具体历史阶段,因为受到当时自然条件和社会因素的约束,水资源系统对社会经济发展总有一个客观存在的承载“阈值”。

(4)模糊性。由于水资源系统的复杂性、影响因素的不确定性和人类认识自然能力的局限性,导致水资源承载能力指标和数量的大小会有一定的模糊性^[10]。

(5)动态性和可控性。水资源承载力的载体是水资源系统,客体是人口—生态—社会经济系统。由于主体和客体都是动态变化的,所以导致人类对水资源的能动性也在不断变化,从而对水资源开发利用水平、专业结构形式和生产力水平进行调节。

3 水资源承载力的评价指标体系

水资源承载力研究涉及到人口—生态—社会经济复杂系统。在这个系统中除自然因素的影响外,还受许多社会因素的影响和制约,如社会经济状况、国家方针政策、管理水平和协调机制等。所有这些影响因素都是判断水资源承载能力的依据。目前,国内许多研究者从不同角度,用不同方法对水资源承载力的评价指标进行了研究。

这些评价指标,根据提取的角度不同,大致可以分为3类:

①以水资源承载对象作为评价指标。李丽娟等^[11]将水资源承载力定义中的承载对象:可支持人口数量、工农业发展规模等人口和社会经济发展指标,作为衡量水资源承载力大小的依据。②选取反映区域水资源承载力的主要影响因素作为评价指标。惠泱河等^[1]选取了粮食产量、国内生产总值、人口、BOD排放量、国内生产总值增长率、供水量、工业供水效益、工农业供水效益对关中地区的水资源承载力进行了评价。其他学者冯耀龙^[13]、薛小杰^[14]等也进行了相关研究。③将水资源承载力的载体——水资源进行分类,逐类进行计算和评价。谢高地^[12]主张将流域水资源划分为绿水、蓝水和虚拟水,并逐类计算其自然承载力、实际承载力和有效承载力,然后进行评价。

4 水资源承载力的研究方法

水资源承载力的评价方法主要有系统动力学方法、多目标决策法、常规趋势法、模糊综合评价法等。

(1)系统动力学方法。这是应用系统动力学原理采用动态系统反馈模拟评价一个地区水资源承载力的方法。该方法能定量分析各类复杂系统的结构和功能的内在关系,擅长处理高阶、非线性问题,比较适合宏观的长期动态趋势研究。缺点是

系统动力学模型的建立受建模者对系统行为动态水平认识的影响,且参变量不好掌握,易导致不合理的结论。2000年,陈冰利用系统动力学方法,针对柴达木盆地,以人口为主要承载目标,建立了水资源系统动力学仿真模型,并对该地区2020年和2050年水资源承载力以及承载人口进行了预测和分析,取得了较好的结果^[13]。另外,戴薇等对太湖流域水资源承载力进行了分析^[14]、韩俊丽等对包头市^[15]也进行了相关方面的研究。

(2)多目标决策法。该方法是选取能够反映水资源承载力的人口、社会经济发展以及资源环境等若干指标,根据可持续发展目标,不追求单个目标的优化,而追求整体最优。利用该法建立的多目标决策模型,可将水资源系统与区域宏观经济系统作为一个综合体来考虑。但是该方法也存在一定的不足之处,如多目标决策中各个影响因子权重的确定是整个评价过程中的关键,但许多权重确定方法多是主观判断方法,其结果客观性较差。多目标决策技术于1997年被引入我国华北地区水资源承载力的研究中。龙祥瑜等^[16]运用多目标决策分析技术对沈阳市水资源承载力进行了研究。此外,姚志君等^[17]对北京市也运用此法进行了研究。

(3)常规趋势法。主要采用统计分析的方法,选择单项和多项指标来反映地区水资源承载力现状和阈值的一种方法。该法考虑较多的是单承载因子的发展趋势,而忽略各承载因子之间的相互关系,很难处理复杂系统之间的耦合关系,但其对某些承载因子的潜力估算的研究方法对复杂系统的协调研究仍有借鉴意义。1992年施雅风等采用常规趋势法对新疆乌鲁木齐河流域的水资源承载力进行了研究^[18]。

(4)模糊综合评判法。模糊综合评判法是用模糊数学对受多种因素制约的事物和现象作出一个总体评价的方法。通过综合评判矩阵对其承载力作出多因素综合评价,克服了常规趋势法中承载因子间相互独立的局限性,从而可以较全面的分析出水资源承载力的状况。但模糊综合评判是一种对主观产生的离散过程进行综合的处理,其方法也存在明显缺陷,取大取小的运算法则会使大量有用信息遗失,导致模型利用率低。评价因素越多,遗失的有用信息就越多,信息利用率越低,误判的可能性也就越大。该方法由许有鹏等^[19]在新疆和田流域首先应用。目前采用该法进行研究的还有闵庆文^[19]、秦奋^[20]等。

其他的还有水量平衡分析法、主成分分析法、背景分析法、投影寻踪法等,在水资源承载力的评价计算中有所应用。

5 水资源承载力研究亟待解决的问题

我国水资源承载力研究目前业已取得了丰富的成果,但是仍然存在诸多问题,需要进一步深入研究。

(1)理论基础不完善。目前水资源承载力还没有形成一个完整的理论体系,缺乏公认的理论基础和统一的研究方法。关于水资源承载力概念及其内涵特点多为经验性描述,系统分析不足。而且各研究者往往是根据自己的研究目标来定义水资源承载力,导致各自的研究结果缺乏可比性。

(2)研究原则和目标不明确。水资源承载力的研究过程中,没有明确体现出可持续发展的原则。究竟应该以怎样的可持续发展标准来评价和计算水资源承载力,或者怎样的水资源

承载力才可以真正实现可持续发展,目前尚未明确和统一。

(3) 研究内容不全面。在对水资源承载力进行理解和研究时,往往还是偏重于社会经济系统,而忽视了水资源在生态系统层次上的完整效用价值。特别是对维持生态环境稳定以及进行生态恢复的生态用水量研究较少^[21]。而且,目前多是单纯的研究水资源承载力,忽视了水资源与其他资源(矿产、森林、土地)综合承载力的研究。

(4) 缺少有效的量化方法和评价指标体系。在水资源承载力研究中,虽然引入了研究复杂系统的数学建模方法,但各方法都具有一定的局限性。而且数学模型中涉及到的指标和指标体系往往过于简单,没有给出分析和筛选框架。这些指标往往不能同时描述人口—生态—社会经济复合系统的复杂性和水资源承载力的大小。

(5) 理论应用不足。水资源承载力研究成果为数不少,但在实际工作中,以水资源承载力为基础,合理配置区域资源,合理调整产业结构和生产布局,科学地制定社会经济发展目标,有效地进行生态环境保护与建设等方面的应用略显不足^[22]。

6 水资源承载力研究的发展趋势

针对上述问题,水资源承载力的研究应加强以下方面的研究,以促进水资源承载力的理论研究和应用发展。

(1) 加强水资源承载力理论基础的研究。完善水资源承载力理论体系,为国家决策、规划、计划和社会协调发展提供科学依据,并为水资源承载力研究寻找新思路新方法提供理论依据。

(2) 将水资源承载力置于可持续发展框架下进行研究。水资源承载力的研究应建立在人口—生态—社会经济复合系统可持续发展的前提条件下。因此,只有真正明确可持续发展的内涵,深入剖析水资源承载力与可持续发展的关系,才能合理地水资源承载力进行评价和计算。同样,只有进行了水资源承载力的研究,才能使水资源的开发利用以及社会的经济发展达到可持续。

(3) 重视生态需水量的研究。为了实现可持续发展的目的,水资源承载力的研究必须以维护生态环境良性发展为条件,科学研究计算生态需水量,进行水资源的优化配置。

(4) 以系统的观点研究水资源与其他资源的综合承载能力。人类社会的可持续发展需要水资源和其他资源的共同支持,因此必须从系统的角度研究水资源与其他资源的综合承载力。

(5) 引入新技术、新方法。现代计算手段和新技术的日新月异,将为水资源承载力研究提供崭新的理论基础和研究技术手段。GIS和遥感技术的结合将大大提高数据的获取和分析处理过程。将现有水资源承载力数学模型方法与GIS集成,是水资源承载力研究取得突破性进展的一个关键所在^[23]。

(6) 加强水资源承载力理论的实际应用。针对具体区域,进行相关水资源承载力的研究,从而指导实践,以实现人口—生态—社会经济复合系统的可持续发展。特别是在那些水资源短缺或生态脆弱的地区,水资源承载力研究更应该得到进一

步的重视。

参考文献:

- [1] 惠泱河. 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.
- [2] Park RF, Burgess EW. An Introduction to the science of sociology [R]. Chicago, 1921.
- [3] UNESCO & FAO, Carrying capacity assessment with a pilot study of Kenya: a resource accounting methodology for sustainable development[M]. Paris and Rome, 1985.
- [4] Rijberman, et al. Different approaches to assessment of design and management of sustainable urban water system[J]. Environment Impact Assessment Review, 2000, 129(3): 333—345.
- [5] Harris Jonathan M, et al. Carrying capacity in Agriculture: Globe and regional issue. Ecological Economics[J]. 1999, 129(3): 443—461.
- [6] Hrllich, Anne H. Looking for the Ceiling: Estimates of the earth's carrying capacity[J]. American Scientist, Research Triangle Park, 1996, 84(5): 494—499.
- [7] 高彦春, 刘昌明. 区域水资源开发利用的阈限研究[J]. 水利学报, 1997, (8): 73—79.
- [8] 贾 嵘, 蒋晓辉, 薛惠峰, 等. 缺水地区水资源承载力模型研究[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2000, 36(2): 114—120.
- [9] 李令跃, 甘 泓. 讨论水资源合理配置和承载力概念与可持续发展之间的关系[J]. 水科学进展, 2000, 11(3): 307—313.
- [10] 李 娟, 纪昌明. 水资源承载能力理论探析与研究发展趋势[J]. 人民长江, 2004, 35(10): 41—45.
- [11] 李丽娟, 郭怀成, 陈 冰, 等. 柴达木盆地水资源承载力研究[J]. 环境科学, 2000, 3(2): 20—24.
- [12] 谢高地. 流域水资源承载能力研究方法的思考[J]. 资源科学, 2005, (1): 158.
- [13] 陈 冰, 李丽娟, 郭怀成, 等. 柴达木盆地水资源承载力方案系统分析[J]. 环境科学, 2000, 21(3): 16—21.
- [14] 戴 薇, 汪 群, 王 华. 太湖流域水资源承载力研究[J]. 水利经济, 2005, 23(6): 11—15.
- [15] 韩俊丽, 段文阁, 李百岁. 基于SD模型的干旱区城市水资源承载力模拟与预测——以包头市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2005, (4): 188—191.
- [16] 龙祥瑜, 赵 剑, 唐 辉. 沈阳市水资源承载力研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2004, 35(1): 48—51.
- [17] 姚治君, 刘宝勤, 高迎春. 基于区域发展目标下的水资源承载能力研究[J]. 水科学进展, 2005, 16(1): 109—113.
- [18] 施雅风, 曲耀光. 乌鲁木齐河流水资源承载力及其合理利用[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 210—220.
- [19] 闵庆文, 余卫东, 张建新. 区域水资源承载力的模糊综合评价分析方法及应用[J]. 水土保持研究, 2004, 11(3): 14—16.
- [20] 秦 奋, 张喜旺, 刘剑锋. 基于模糊分析法的水资源承载力综合评价[J]. 水资源与水工程学报, 2006, 16(1): 1—6.
- [21] 贾宝全, 慈龙骏. 新疆生态用水量的初步估算[J]. 生态学报, 2000, 20(2): 243—250.
- [22] 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.
- [23] 夏 军. 水资源承载力的研究与挑战(二)[J]. 海河水利, 2002, (2): 3—7.