

中国水安全问题及其策略研究^{*}

杨光明¹, 孙长林²

(1. 河海大学 水电学院, 江苏 南京 210098;

2. 水利部 长江下游水文水资源勘测局, 江苏 南京 210011)

摘 要:第四届世界水论坛提出了“从展望到行动”的主题,水安全问题已成为国内外广泛关注和研究的热点。通过对水安全概念演进的分析,给出了水安全概念新见解:认为水安全是一个“旧的平衡解体、新的平衡建立”交替作用的动态过程。其内容包括:水资源安全、水生态环境安全、水质安全、水量安全和水灾害安全等。在分析中国水安全存在问题及其表现形式以及研究进展的基础上,提出了确保我国社会经济可持续发展的9条水安全策略。

关键词:水安全;水灾害;水资源;策略;可持续发展;中国

中图分类号:X52 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-811X(2008)02-0101-05

水是人类生命之源,民族之渊。人类的生存与繁衍、社会的进步与发展都离不开水。有了水,才有生命,才有社会的演变和进步。水是不可替代的、有限的人类最宝贵的资源。

水安全问题是20世纪末提出的一个重要概念。进入20世纪以来,由于世界人口剧增,经济迅猛发展,人类和社会对水的需求量大幅度地增加,从而导致全球性的水资源短缺和水危机。1972年在联合国第一次环境与发展大会上就提出:“石油危机之后,下一个就是水危机”。1991年在瑞典的斯德歌尔摩召开了第一次国际水讨论会;1993年,规定每年的3月22日为“世界水日”;1996年成立了世界水理事会,并决定从1997年开始,每3年举行一次大型国际水会议——世界水论坛及部长级会议。2000年3月17~22日在荷兰海牙举行第二届水论坛世界部长级会议并签定了《21世纪水安全海牙宣言》,会议提出了“世界水展望”的观点,把“提供水安全”作为21世纪的重要战略目标,提出了水安全的4个“确保”目标和各国政府实现水安全所面临的7大挑战,并给出了迎接这些挑战的7项主张^[1]。第四届世界水论坛部长级会议于2006年3月16~22日在墨西哥举行,确定了“从展望到行动”的主题思想“采取地方行动,应对全

球挑战”。

水安全问题已引起了世界专家学者、各国政府和国际组织的广泛关注与重视。我国政府在《社会发展和国民经济发展第十个五年计划纲要》中把水与粮食、石油作为社会经济发展的三大战略资源之一,把贯彻可持续发展提高到一个新的水平;世界各国也制定了本国水资源安全的战略目标。各国政府从制度上和经济上直接推动了水安全研究的广泛开展,使水安全研究不断走向广泛和深入。

1 水安全概念、内涵与外延

水安全在国外最早是作为环境安全的一部分来进行研究的,如20世纪70年代,牛津大学诺曼·梅尔斯教授在《环境与安全》一文中从国家利益方面来论述环境和生态问题对美国国家安全的重要意义,认为“生态完整成为国家安全的核心”^[2];而国内则更多的是把水安全作为资源安全的主要内容进行研究。

对水安全相关理论近年来不少学者进行了研究,但仍未形成一个系统科学的理论体系。在学术上对水安全没有一个统一的定义,不同学者从

^{*} 收稿日期:2007-10-10

基金项目:国家自然科学基金重点资助项目(50539010);水利部“948”资助项目(CT200612)

作者简介:杨光明(1966-),江西高安人,高级工程师,在读博士生,主要从事水灾害与水安全研究以及水利水电工程金属结构安全监测与评估工作。E-mail: gmyang@hhu.edu.cn

生态环境、水资源和社会经济的不同角度对水安全进行了定义。如成建国认为,水安全是人人都有获得安全用水的设施和经济条件,所获得的水满足清洁和健康的要求,满足生活和生产的需要,同时可使自然环境得到妥善保护的社会状态^[3],指出水安全是服务、协调与继承水资源持续利用的理念;陈绍金把水安全的概念表述为,一个地区(或国家)涉水灾害的可承受和水的可持续利用能确保社会、经济、生态的可持续发展^[4],强调水的可持续利用性;钟华平将水安全定义为,有充足的水资源满足人类社会的物质需求、经济的发展和生态环境的维护^[5],强调人类社会、经济和生态环境对水的需求;卢敏认为水安全是在人类社会发展的不同阶段,使人们获得清洁用水的同时满足社会经济发展和生态环境可持续发展要求,并不因自然变化或人类活动干预水循环过程而遭受水威胁和影响的状态^[6];焦士兴^[7]认为水安全就是水资源安全,强调水质安全和水量安全两个方面;李泽红^[8]及张翔^[9]则从与水相关的环境变化及其与公共安全的内在联系的角度对水安全进行定义;韩宇平认为,水安全表现为干旱、洪涝、水量短缺、水质污染、水环境破坏等方面,并由此可能引发粮食减产、社会不稳、经济下滑及地区冲突等^[10]。

对上述水安全概念的演进进行分析可以看出,目前各种水安全概念的表述都有其不足之处。通过分析、综合与拓展上述学者的观点,将水安全定义为:水安全是指既能满足地球上人类以及所有对人类有益的生物体安全用水的需求,又能满足社会、经济、生态和环境可持续发展的要求,同时又可使其免受与水相关的各种灾害。水安全是一个“旧的平衡解体、新的平衡建立”交替作用的动态过程,我们所能获得的只能是相对的、暂时静态的水安全,但我们所追求的应该是绝对的、永久性的水安全。

根据对水安全的定义,其内容应包括:水资源安全、水生态环境安全、水质安全、水量安全和水灾害安全等。

水安全的内涵主要包括:水安全的自然属性、社会属性和人文属性。

水安全的外延是指由水安全问题而引发的其他安全,如:社会安全、经济安全、水资源安全、生态安全、环境安全、健康安全和国家(或地区)安全等。

2 水安全存在问题和表现形式

水安全问题一直是伴随着人类而存在的,古亦有之。如我国大禹治水的传说和西方圣经中的诺亚方舟神话,说明无论是东方还是西方,水安全问题一直是客观存在的。

2.1 水安全存在的主要问题

2.1.1 水资源匮乏、水量不足

我国水资源安全形势十分严峻,全国水资源总量约 28 124 亿 m^3 , 占全球水资源的 6%, 仅次于巴西、俄罗斯和加拿大, 居世界第 4 位; 但人均水资源约为 2 200 m^3 , 不到世界人均量的 1/4, 位于 109 位, 是世界上 13 个人均水资源最贫乏的国家之一。预计到 2030 年, 我国人均水资源将下降为 1 760 m^3 , 接近国际公认的 1 700 m^3 的严重缺水警戒线, 未来我国水资源紧缺的形势将更为严峻。

随着国家社会经济的发展, 缺水矛盾将更加突出, 保持水资源的可持续利用是我国社会、经济可持续发展必须解决的一个重要战略问题。

2.1.2 水质污染严重, 水系统功能衰退

近年来, 我国水体污染日益严重, 全国每年排放污水量接近 600 亿 t, 除 70% 的工业废水和不到 10% 的生活污水是经过处理后排放外, 其余污水均未经处理就直接排入江河湖海, 致使水质严重污染和恶化。全国 118 个大中城市的水质监测数据表明, 我国七大水系中, 近一半河段污染严重; 85% 的城市河段水质普遍超标、90% 不符合饮用水标准, 约 60% 的城市地下水受到严重污染; 75% 的湖泊水域富营养化。

从全国情况看, 水污染总体呈现恶化趋势, 形势十分严峻。淮河、海河、松花江和辽河等水系污染严重, 致使水系统功能严重衰退, 水资源可利用率低。

2.1.3 水资源浪费严重, 利用率低

世界上因管道和渠沟泄漏以及非法连接等, 致使有 30% 到 40% 甚至更多的水被白白地浪费掉。而我国仅供水管网泄漏损失就达到 20% 以上, 生活用水浪费现象也十分普遍。

目前, 我国灌区灌溉水利用率和工业用水的重复利用率均不足先进国家的 1/2。占整个用水量约 70% 的农业用水基本上采用地面灌溉方式, 浪费十分严重; 工业和城市的循环用水利用率较低, 大部分污水未经处理直接排放, 既浪费了大量的水资源又破坏了水生态环境。

2.1.4 水资源开发利用不足

中国水资源总量丰富,可抽取总量约 1.1 亿 m^3 ,但水资源既存在地域上的分布不均(南北差异巨大),又存在着时段上的分布不均,造成北旱南涝或春旱夏涝的现象。而由于存在水资源管理不善、资金投入不足、基础设施建设滞后或不足等问题,造成我国水资源的开发利用率较低,同时也存在着过度开发、粗放性取水现象。这既不利于水资源的有效开发利用,又会造成生态环境的破坏,引发其它方面的安全问题,加剧人类水安全与水灾害的威胁。

2.1.5 水生态环境严重恶化

水环境是一个与水、水生生物和污染等有关综合体,是一个以水为核心的动态空间系统,是水量、水质及生态的统一体。我国水体水质总体上呈恶化趋势,水环境持续被污染,有超过一半的水质低于Ⅲ类标准。造成水生态环境恶化的主要因素有:对水资源的过度开发(地表水的不合理开发和地下水的超采)、森林植被破坏、水土流失、河道淤积、水污染等。这些因素会造成地面下沉、海水入侵、水资源平衡破坏、干旱、洪涝灾害、水质污染、湿地和湖泊萎缩、河流断流等现象,使水环境恶化、水资源匮乏。而水环境与水资源二者又是相互交织作用的,一方面,水环境的恶化加剧了水资源的匮乏,另一方面,水资源的匮乏又进一步使得水环境问题更加严重。

2.1.6 农村和城市用水供需矛盾突出

我国人口数量位置世界第一,且仍在不断增长,对粮食的需求也在不断增加,这意味着占淡水消耗约 70% 的农业灌溉用水需求量将更多;而随着人口城市化进程的不断推进,城镇人口数量将迅速增加,据估计,到 2030 年,城镇人口比例将增加到约 2/3,从而造成城市用水需求激增。而目前,我国有一半的城市存在缺水问题,130 个城市严重缺水^[11,12]。由此可见,在将来我国农村和城市用水的供需矛盾将越来越突出。

2.2 水安全表现形式

水安全是水资源、水环境以及水灾害的有机综合作用体现。影响我国水安全的因素可以分为自然因素、人为因素以及人与自然不协调因素三个方面^[13]。水安全的表现形式可分成两大类:自然型水安全和人为型水安全。

2.2.1 自然型水安全

自然型水安全主要包括:

(1) 灾害性水安全 指干旱、洪涝以及河流改

道等所引发的水安全问题。

(2) 资源性水安全 指一个国家或地区天然固有的水资源匮乏以及由于时空分布上的不均所造成的水资源短缺,从而所引发的水安全问题。如:东非以及我国北方天然性的水资源匮乏所造成的水安全问题。

2.2.2 人为型水安全

人为型水安全主要包括:

(1) 水质性(或污染性)水安全 指由于地表水和地下水的污染所引发的水安全问题。如:由于水质污染所造成的水资源短缺、人体健康安全和水环境安全问题等等。

(2) 工程性水安全 指由于工程设施建设滞后以及控制性工程的失效或不足等所引发的水安全问题。如:由于资金缺乏致使工程老化或缺少控制性工程,从而造成本应可避免的洪水灾害或水资源短缺问题等。

(3) 管理性水安全 指由于水资源管理不善、制度不健全或决策不当等因素所引发的水安全问题。如:我国目前水资源管理所呈现的“多龙管水”、责权不清的管理模式所造成的水资源浪费和利用率低等所引发的水安全问题。

3 水安全研究进展与水安全策略

3.1 水安全研究进展

水安全研究主要包括水安全基本理论研究和水安全策略及其应用研究两大类。水安全基本理论研究主要是明确水安全定义、水安全的内涵和外延、水安全属性,以及对水安全的研究方法等进行研究探讨;水安全策略及其应用研究主要是对水资源安全、水生态环境安全、水质安全、水量安全和水灾害安全防范措施及其风险评价等进行研究,建立和运用水安全预警、调控与评价系统或提出解决水安全问题的新思路与新方法。

目前,对水安全的研究还主要是从水资源安全的角度来进行,且大多数停留在定性的探讨^[3-7,13-19];有部分学者对水资源安全进行了定量研究,如对于区域水安全的评价,韩宇平等^[20]构建了一个既有定量目标又有定性目标的多层次多指标评价体系,采用半结构性决策方法进行整体评价;李如忠^[21]采用物元分析法,结合模糊集理论和欧氏贴近度概念,建立了区域水安全评价的模糊物元模型;陈绍金^[22]运用层次分析(AHP)法和距离指数综合分析法建立了水安全评价系统;

魏一鸣^[23]、刘国香^[24]应用层次分析法建立安全评价指标体系,分别对洪水灾害和区域水安全进行评价。张翔等^[9]将水资源系统风险分析中的可靠性指标、恢复性指标和易损性指标应用于区域干旱风险分析,对海河流域水安全风险进行评价。

2003 年 IGBP - BAHG 针对全球变化和水资源问题,开始跨四大国际计划的联合研究项目:全球水系统计划(GWSP)与联合水研究计划(JWP),重点研究全球日益显著变化的水循环与环境和资源问题。从国际水科学研究发展趋势看,变化环境的水循环和水安全研究是当今国际水科学前沿问题,是人类社会经济发展活动对水资源需求所面临新的应用基础科学问题^[14]。

水安全问题研究已产生了很多纲领性的文件和重要的研究成果,但研究的焦点多集中于定性描述和保障策略上,而定量分析目前还处于初步的研究探索阶段,具体实施应用还有待于进一步的研究和验证。水安全的研究需要从思辩阶段尽快地跨入到量化与实施阶段。

3.2 水安全策略

近年来,我国政府更加重视从战略的高度来认识和解决水安全问题,并开展了广泛的研究^[15]。1994 年公布的《中国 21 世纪议程》,把水资源可持续利用作为我国经济社会可持续发展战略的重要方面。水利部汪恕诚部长提出了由工程水利向资源水利转变的水战略思路,以水资源的可持续利用支持社会经济可持续发展,实现人与自然和谐相处的水战略目标^[25]。

2002 年,由钱正英、张光斗等 43 位中国工程院院士及大批专家完成的《中国可持续发展水资源战略研究》^[26],在分析了当前中国水资源现状和所面临的问题基础上,提出了我国水资源总体战略(八大水战略措施),这可以认为是我国水安全战略研究的里程碑。

针对我国存在与所面临的水安全问题,依据“立足现在、着眼未来”的可持续发展利用的客观思想,现提出 9 条水安全策略:

(1) 制定长远的可持续发展水安全战略 以《中国可持续发展水资源战略研究》为蓝本,用科学的战略思维方法,系统、全面、动态地制定长远有利的可持续发展水安全战略,并用法律和法规制度使其得以有效地贯彻实施。

(2) 建立水安全信息管理与评价系统 如何实现水安全和水资源的可持续利用,关键是要建立水安全信息管理与评价系统,对水安全实施动态

监控和预警,实行人、水、社会和经济多位一体的有效管理模式,以实现人与自然的协调发展、人与水的和谐共处。

(3) 加强水资源的统一管理与调控 可借鉴国外的成功经验,成立权威的统一综合管理部门,并赋予相应的权利和职责,实行水资源的一体化管理、优化配置和高效可持续利用。

(4) 建立水资源市场机制 在水资源管理上引入市场机制,实行水资源的“有偿合理”使用,实现水资源市场化管理,解决水资源浪费与短缺等问题。

(5) 建立农业、工业与城市节水系统 依靠先进的科学技术,建立高新技术节水系统。把传统农业转变为节水高效的现代化农业;实行节流优先、治污为本、多渠道开源的城市水资源可持续利用战略。

(6) 适度加大科研和工程建设投资,合理有效开发利用水资源 加大对水安全研究的科研投入,可为水安全提供有力的技术支持;加强对水利和生态环境等工程的投资建设,可有效提高水资源的开发利用、确保水安全实现。据最新可靠复查数据,虽然我国水资源贫乏,但水能资源却十分丰富,我国大陆的水电理论蕴藏量约 69.44 万 MW,其中,技术可开发利用量达 54.16 万 MW,经济可开发利用量达 44.8 万 MW,居世界首位^[27]。

(7) 充分运用新技术、新方法和新理论,解除水安全危机,确保水安全 如运用虚拟水^[28-32]策略可解决一个国家或地区的水资源短缺危机;利用各种先进的节水技术、污水处理设备等,可节约水资源和提高水资源的利用率。

(8) 制定相应的法律法规,确保水安全 加强法制建设,制定和完善相应的法律、法规,依法保护和实现水安全。

(9) 加强全民节水意识,建立节水型社会经济模式 树立全民节水社会意识,通过节水和产业结构调整,建立节水型社会经济运行模式,促进社会经济和水资源的可持续发展。

4 结语

水安全是一个长期存在,且不断变化的动态系统,只要有水存在就会有水安全问题出现。水安全是需要我们不断地打破旧的平衡系统,追求建立新的水安全平衡系统。水安全问题已成为直

接威胁人类生存安全、社会安全、经济安全、生态环境安全 and 国家安全的重要因素。目前, 针对水安全问题的研究已经得到了广泛地开展和重视, 水安全也已成为国内外水利、资源与环境科学等领域最前沿的研究课题和研究热点。但目前的研究大多数是针对水安全基本理论的定性描述以及研究理论与方法的探索, 对水安全的定量研究还处于初步的探索阶段, 而具体实施应用还有待于进一步的研究和验证。第四届世界水论坛提出了“从展望到行动”的主题, 这就意味着水安全的研究需要从目前的思辨阶段尽快地进入到量化与实施阶段, 并对水安全进行系统、全面的研究, 有效确保我国水安全以及社会经济的可持续发展。

参考文献:

- [1] 王星桥. 全球关注“水安全”[J]. 瞭望, 2004, (14): 58-59.
- [2] Norman Myers. Environment and Security [M]. Foreign Policy, Spring 1989: 23-41.
- [3] 成建国, 杨小柳, 魏传江, 等. 论水安全[J]. 中国水利, 2004, (1): 21-23.
- [4] 陈绍金. 水安全概念辨析[J]. 中国水利, 2004, (17): 13-15.
- [5] 钟华平, 耿雷华. 虚拟水与水安全[J]. 中国水利, 2004, (5): 22-23.
- [6] 卢敏, 张洪海, 宋天文, 等. 区域水安全研究理论及方法探析[J]. 人民黄河, 2005, 27(10): 6-8.
- [7] 焦士兴, 李俊民. 中国水资源安全的现状分析与对策研究[J]. 新乡师范高等专科学校学报, 2003, 17(2): 26-28.
- [8] 李泽红, 汤尚颖, 许志国. 水资源安全的内涵及其评价——以湖北省为例[J]. 安全与环境工程, 2005, 22(4): 39-41.
- [9] 张翔, 夏军, 贾绍凤. 干旱期水安全及其风险评价研究[J]. 水利学报, 2005, 36(9): 1138-1142.
- [10] 韩宇平, 阮本清. 区域水安全评价指标体系初步研究[J]. 环境科学学报, 2003, 23(2): 267-272.
- [11] 汪峰, 朱晓东, 李杨帆. 基于生态安全的城市生命线系统评价与优化[J]. 灾害学, 2006, 21(4): 103-107.
- [12] 沈晓娟, 徐向阳, 崔韩. 关于城市应急供水系统建设的思考[J]. 灾害学, 2007, 22(1): 134-137.
- [13] 龚静怡. 水安全的研究进展及中国水安全问题[J]. 江苏水利, 2005, (1): 28-29.
- [14] 夏军, 刘孟雨, 贾绍凤, 等. 华北地区水资源及水安全问题
- 的思考与研究[J]. 自然资源学报, 2004, 19(5): 550-560.
- [15] 邱德华. 区域水安全战略的研究进展[J]. 水科学进展, 2005, 16(2): 305-312.
- [16] 陈家琦. 水安全保障问题浅议[J]. 自然资源学报, 2002, 17(3): 276-279.
- [17] 刘翰朝. 我国 21 世纪水资源挑战与节水型社会经济模式的探讨[J]. 水利与建筑工程学报, 2006, 4(2): 73-77.
- [18] 郭永龙, 武强, 王焰新, 等. 中国的水安全及其对策探讨[J]. 安全与环境工程, 2004, 11(1): 42-46.
- [19] 洪阳. 中国 21 世纪的水安全[J]. 环境保护, 1999, (10): 29-31.
- [20] 韩宇平, 阮本清, 解建仓. 多层次多目标模糊优选模型在水安全评价中的应用[J]. 资源科学, 2003, 25(4): 37-42.
- [21] 李如忠. 模糊物元模型在区域水安全评价中的应用[J]. 水土保持研究, 2005, 12(5): 221-223.
- [22] 陈绍金. 水安全系统评价、预警与调控研究[D]. 南京: 河海大学, 2005.
- [23] 魏一鸣, 金菊良, 周成虎, 等. 洪水灾害评估体系研究[J]. 灾害学, 1997, 12(3): 1-5.
- [24] 刘国香. 山东省水安全评价体系初步研究[J]. 山东水利, 2005, (10): 53-55.
- [25] 汪恕诚. 资源水利——人与自然和谐相处[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [26] 钱正英, 张光斗. 中国可持续发展水资源战略研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.
- [27] 吴中如, 顾冲时. 重大水混凝土结构病害检测与健康诊断[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [28] Allan J A. Virtual water: a Strategic resource, global solutions to regional deficits [J]. Ground Water, 1998, (36): 545-546.
- [29] Wichelns D. The role of “virtual water” in efforts to achieve food security and other national goals with examples from Egypt [J]. Agricultural water management, 2001, (49): 131-151.
- [30] Allan J A. Virtual water: The water, food, and trade nexus useful concept or misleading metaphor [J]. Water International, 2003, 28(1): 106-112.
- [31] Hoekstra, A. Y. Perspectives on water: A Model-based Exploration of the Future [M]. International BOOKS, Utrecht, The Netherlands, 1998.
- [32] Hoekstra A. Y, Hung P Q. Virtual water trade: Aquantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade [C]//In: Hoekstra A Y edited. Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade - Value of Water Research Report Series No12. The Netherlands: IHE DELFT, 2003.

(下转第 111 页)