

江苏沿海围垦区水资源开发利用潜力研究

李琼芳^{1,2},任黎²,夏自强²,陈启慧²,张静怡²,杨侃²

(1. 水文水资源与水利工程科学国家重点实验室,江苏南京 210098;

2. 河海大学水文水资源学院,江苏南京 210098)

摘要:介绍国内外水资源开发利用潜力研究现状,探讨江苏沿海围垦区水资源开发潜力,提出了研究目标、研究内容、技术路线和预期成果。研究成果将为江苏沿海围垦区水资源可持续开发与利用提供科学依据。

关键词:水资源;开发与利用;沿海围垦区;江苏省

中图分类号:TV213.1

文献标识码:A

文章编号:1003-9511(2012)03-0047-04

1 国内外研究现状

水资源评价是保证水资源的可持续开发和管理的**前提**,是进行与水有关活动的基础^[1]。早在 1968 年,美国首次发布了水资源评价报告《全国水资源》,提供了美国全国水资源状况、水资源分区以及水资源目前和长远的开发利用等综合性参考资料;1978 年,鉴于水与国家发展及人们生活的密切关系,美国又发布了第二次全国水资源评价报告,该报告历时 8 年,耗资 952 万美元,成为 20 世纪 70 年代末以来美国科学地综合规划水资源的基础^[2-5]。1980 年后,我国开展了水资源调查评价、水资源规划和水资源利用的调查评价工作,并分别于 1983 年、1987 年和 1989 年出版了成果。这是一次内容比较完整的水资源基础评价和利用评价活动,世界上只有少数几个大国进行了类似的工作。从 20 世纪 80 年代初开展全国第一次水资源评价以来,我国水资源的外部环境与内部条件均发生了巨大的变化。根据我国水资源的实际状况、国家经济社会发展面临的严峻的水资源问题、经济社会可持续发展对水资源可持续利用的要求以及水资源统一管理需要,2002 年 3 月水利部和国家发展计划委员会发出关于开展全国水资源综合规划编制工作的通知。水资源及开发利用现状评价被列为全国水资源综合规划的重要基础工作。随着国内国际上对水资源评价的重视,各种不同的水资源评价方法也应运而生。

在地表水资源评价方面,主要采用的方法有成因分析法、数理统计法、地理综合法^[6-8]。这 3 种方法各有千秋,对水文资料的要求也有所不同。前两种方法需要长系列的水文历史资料,而地理综合法则适用于无资料地区。

在地下水资源评价方面,主要采用的方法有水量均衡法、平均布井法、地下径流模数法^[9-11]。前两种方法主要用于平原区的地下水资源评价,而地下径流模数法主要用于丘陵山区基岩裂隙水和山区岩溶水资源评价。如今伴随着“3S”技术的发展,GIS 技术在水资源评价中的应用成为热点。

在水资源质量评价方面,评价指标由单一指标发展为多指标,评价方法也不断发展与创新,各种新的评价方法如模糊层次综合评价、灰色聚类决策模型、人工神经网络模型、多级关联分析方法等运用于水资源质量评价,使评价结果能更加客观的揭示水质状况。随着“3S”技术的出现和发展,为水资源质量评价和管理提供了新的思路 and 更为直接的管理。

随着可持续发展思想的深入,水资源评价内涵和内容有了新的扩展,已由 20 世纪 80 年代主要对水资源量及其时空分布特征进行评价,发展到在可持续发展思想指导下,不仅进行水量评价,还包括水质、水资源保护、供需状况、水资源管理等水资源可持续利用的综合评价。研究的基本方法是建立与水资源相关的多层次指标体系进行综合评价,目的是寻求流域、区域水资源可持续利用途径。

基金项目:国家科技支撑计划课题(2012BAB03B03)

作者简介:李琼芳(1966—),女,湖北武汉人,教授,博士,主要从事水文物理规律模拟及水文预报、水资源利用等研究。

在水资源调查评价的基础上,挖掘水资源开发利用潜力,必须保证河流生态安全,研究确定河流生态需水量。20世纪60年代至70年代以来,国内外在河流生态需水量概念、计算与评价方法方面进行了大量的研究工作。Gleick^[12]提出了基本生态需水量的概念,即提供一定质量和数量的水给自然生境,以求最大程度地保护物种多样性和生态系统的完整性。其概念实质是生态建设(恢复)用水,缺乏天然生态系统维系自身发展所需的生态用水内涵。国外的河流生态需水量计算方法主要分为4类^[13]:①传统的流量计算方法(标准流量设定法),包括 $7Q_{10}$ 法、Montana法和最小连续30d平均流量法等。 $7Q_{10}$ 法采用90%保证率最枯连续7d的平均水流作为河流最小流量设计值。而后两种方法主要是根据以前的流量记录,利用扰动破坏前的天然流量的一个固定比例来确定河流流量推荐值,通常在优先度不高的河段研究河道流量推荐值的使用,或者作为其他方法的检验,但其不适用于水流变动性大、保持低流量货物流量时期对维持河流生态特征极为重要的河流。这类方法应用上较简单,但精度不够。②栖息地保持类型标准设定法,包括河道湿周法和 R_2 CROSS法。湿周法利用“湿周”作为河道栖息地的质量指标来估算河道内流量值,通过在临界的栖息地现场搜集河道断面的几何尺寸和流量数据,并以临界的河道栖息地作为河流其余部分的栖息地指标。由于河道的形状会影响分析结果,该方法一般仅适用于比较宽浅的河滩和抛物线形河道。③水力学法,包括河道内流量增加(IFIM)法和CASIMIR法等。栖息地保持类型标准设定法和水力学法所需要的河道断面参数、生物学信息等资料一般不易获得,故应用上受到一定限制。④整体法(holistic method),包括南非的建块(BBM)法和澳大利亚的基准测量法。这些方法虽然较符合河流天然水流节律,但需要考虑的因素太多,一般小流域不易实现,因而应用上不易推广。国内的河流生态需水量计算方法主要分为两类^[14-16]:①传统方法,包括曲线相关法、环境功能设定法、水质目标法、水量补充法和假设法等。前3种方法都是从水质角度考虑的,后2种方法虽是根据水量来进行的,但是从水文条件来考虑,不够精确,也不适用。②国内较先进的方法包括逐月最小平均流量法和逐月频率计算法,一般采用连续10年最小约平均流量或90%保证率最小月平均流量最为河流的最小设计值。这2种方法计算相对简便,也较为适合河流的天然径流过程。此外,在湖泊生态需水方面,还提出了换水周期法、最

2 研究目标

江苏沿海滩涂面积广阔,后备土地资源丰富,居全国首位。加快江苏沿海滩涂围垦,已成为一项国家重大土地储备战略。根据《江苏沿海地区发展规划》国家战略部署,江苏沿海滩涂将围垦18万 hm^2 垦区,远期可形成46.67万 hm^2 的建设任务,已成为沿海经济快速发展的重要举措之一,对缓解江苏人多地少的矛盾、补充耕地资源不足、拓展长三角产业发展空间具有重要作用。但是,大规模沿海滩涂围垦与开发面临的巨大挑战之一就是淡水资源短缺,因此,迫切需要开展“江苏沿海围垦区水资源开发利用潜力”的专题研究,以实现如下研究目标:厘清江苏沿海围垦区水资源时空分布及变化趋势;建立适用于沿海围垦区水资源开发利用的评价指标体系和评价模型;评价江苏沿海围垦区水资源开发利用现状,确定河道内最小生态需水量和河道外供水潜力。为江苏沿海围垦区水资源可持续开发与利用提供科学依据,从而保障江苏沿海围垦区经济社会的可持续发展。

3 研究内容

3.1 沿海围垦区水资源分布与演变规律

a. 水资源分布分析。根据历史观测资料和室内外试验与实验资料,运用统计学分析方法,对沿海围垦区当地雨水、地表径流、过境水以及不同矿化度地下水资源量进行分析计算。

b. 水资源演变规律研究。基于代表站的长系列降水、蒸发、径流、地下水资料,研究水资源的时空演变规律,包括趋势性、周期性、突变性分析及空间上的分布规律等。

3.2 沿海围垦区水资源开发利用评价

a. 水资源开发利用评价指标体系的建立。以江苏沿海围垦区水资源为研究对象,结合研究区域的实际情况,在对区域水资源的数量、质量及其动态变化的正确分析,以及对区域社会、经济的规模、结构及发展态势的全面把握基础之上,选取指标,建立水资源开发利用综合评价指标体系。

b. 水资源开发利用评价指标的等级划分方法。根据各项指标的定义和内涵确定其理论取值范围,综合考虑国内外该指标的发展特点与趋势,再结合国家和区域政策对该指标相关参数的支撑程度以及国家和区域的发展特点,合理设计各项指标的5级分级标准值。

c. 水资源开发利用程度评价。根据建立的水资源开发利用综合评价指标体系特点,依据可变模糊集理论和模糊集分析单元系统理论,采用在给出相对比例函数模型的基础上,构建水资源开发利用综合评价模型,利用所建立的评价指标体系、评价模型与评价方法,对江苏沿海围垦区水资源开发利用现状进行评价,分析围垦区水资源开发利用存在的主要问题,提出实现水资源可持续开发利用的途径。

3.3 沿海围垦区河道外供水潜力研究

a. 河道生态需水量的确定。在剖析前人提出的河道内生态需水的主要计算方法优缺点的基础上,制定沿海围垦区河道内最小生态需水量的确定方法,提出适用于沿海围垦区的河道最小生态需水量的计算方法,并计算河道最小生态需水量。

b. 河道外供水潜力评价。利用建立的水资源开发利用综合评价模型定量评价河道外供水潜力,并分析其变化特性。

4 技术路线

采用多学科综合和跨学科交叉的研究方法,从拟解决的关键问题出发,以水文学、水力学、运筹学、经济学等作为理论基础,以基础资料、数据收集和需求分析为起点,针对江苏沿海围垦区水资源可持续利用需求,以水资源开发与利用理论、技术与方法为主要手段,开展江苏沿海围垦区水资源开发利用潜力研究。

在收集国内外相关资料的基础上,重点分析江苏沿海围垦区当地雨水、地表径流、过境水以及不同矿化度的地下水时空分布及其变化趋势,利用建立的水资源开发利用综合评价模型分析围垦区水资源开发利用现状和存在的问题,研究在保证生态、冲淤保港等河道内用水前提下,河道内最小生态需水量及河道外供水潜力。具体技术路线见图1。

5 关键技术

a. 沿海围垦区水资源综合评价指标体系的构建和河道内生态需水量及水资源可利用量的确定技术。

b. 综合过境河流尾间水量和当地径流的蓄淡工程优化布局和规模选择技术。

c. 围垦区雨水集蓄利用、微咸水高效安全利用以及雨水微咸水组合运用技术。

d. 多水源联合调度模型与方法建立,沿海垦区多水源、多用户的水资源优化配置技术。

e. 沿海垦区水资源动态评价、配置与管理技术。

6 预期成果

江苏沿海围垦区水资源开发利用潜力研究属于公益性的研究计划,是集多项原始创新以及集成创新于一体的研究项目,其本身对于促进水文水资源领域、现代信息技术领域、系统工程领域的交叉融合起到极大的推动作用。

江苏沿海围垦区水资源开发利用潜力研究,坚持以水资源“可持续利用”为主题,以经济效益、社会效益和生态效益相结合的综合效益最大化为水资源开发目标,通过揭示沿海围垦区水资源时空分布和变化趋势,构建沿海围垦区水资源开发利用评价指标体系,建立沿海围垦区水资源开发利用综合评价模型并进行评价,确定河道内最小生态需水量和河道外供水潜力等,实现围垦区水资源可持续利用,将为围垦区土地和水域资源开发利用创造基本条件,是将来围垦区经济社会可持续发展的重要保证。此外,江苏沿海一次性围垦规模巨大,世界无先例,国内无技术规范可依,许多关键工程技术问题突出。在该区域进行水资源开发利用潜力研究,将为我国沿海滩涂

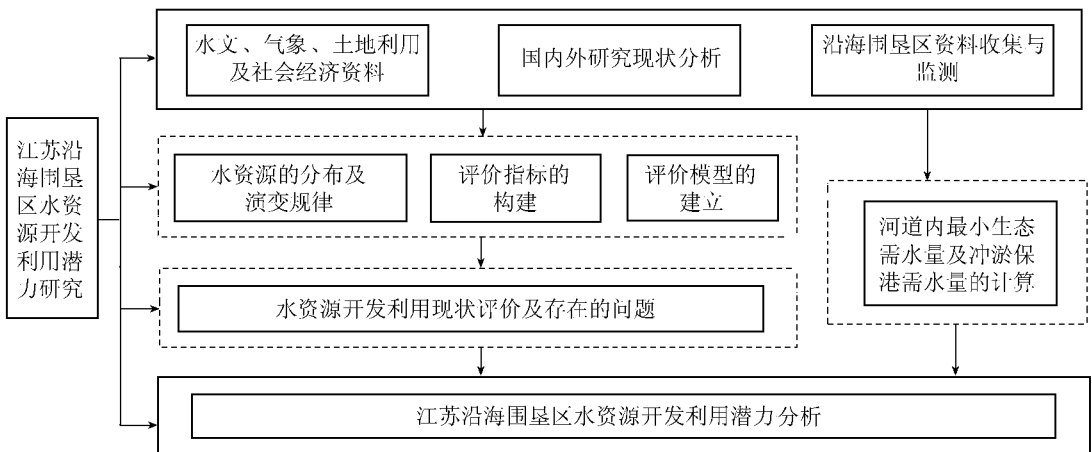


图1 技术路线

参考文献：

[1] 水利部水文局. 中国水资源评价 [M]. 北京 : 水利电力出版社 ,1987 :1-10.

[2] CHONG Y X. Application of water balance models to different climatic regions in China for water resources assessment [J]. Water Resources Management ,1997 ,11 :51-67.

[3] MARIAN D. The influence of natural and human-related factors on the water circulation in the Carpathian foothills (Southern Poland) [J]. Water Resources Management ,2001 ,15 :93-100.

[4] HOLDREN J P ,DAILY G C ,EHRlich P R. The meaning of sustainability : biogeophysical aspects , defining and sustainability [C] / Mohan Munasinghe and Walter Shearer- Copyright. The Biogeophysical Foundations. Washington , D. C. : The World Bank ,1996 :1-17.

[5] 张坤民. 可持续发展论 [M]. 北京 : 中国环境出版社 , 1997 :52-229.

[6] 张建明 ,王乃昂. 水文学与水资源 [M]. 兰州 : 兰州大学出版社 ,2004 :32-35.

[7] ROSEGRANT M W. Water resources in the twenty-first century : challenges and implication for action [C] / Food , agriculture , and the environment discussion paper 20. Washington , D. C. : International Food Policy Research

Institute ,1997 :14-21.

[8] IABYE Y. Design and optimization of irrigation distribution networks : fao irrigation and drainage papers 44 [M]. Rome : Food & Agriculture Org. ,1988 :61-62.

[9] 刘俊民 ,余新晓. 水文与水资源学 [M]. 北京 : 中国林业出版社 ,1999.

[10] 陈梦熊. 全国地下水资源评价若干问题及有关意见 [M]. 北京 : 地质出版社 ,1983 :15-18.

[11] 金菊良. 水资源系统工程 [M]. 成都 : 四川科学技术出版社 ,2002 :28-36.

[12] GLEICK P H. The changing water paradigm : a look at twenty-first century water resource development [J]. Water International ,2000 ,25 :127-138.

[13] 徐志侠 ,陈敏建 ,董增川. 河流生态需水计算方法评述 [J]. 河海大学学报 : 自然科学版 ,2004 ,32(1) :5-9.

[14] 刘凌 ,董增川 ,崔广柏 ,等. 内陆河流生态环境需水量定量研究 [J]. 湖泊科学 ,2002 ,14(1) :25-30.

[15] 丰华丽 ,王超 ,李勇. 流域生态需水量的研究 [J]. 环境科学动态 ,2001(1) :27-30.

[16] 于龙娟 ,夏自强 ,杜晓舜. 最小生态径流的内涵及计算方法研究 [J]. 河海大学学报 : 自然科学版 ,2004 ,32(1) :18-22.

[17] 刘静玲 ,杨志峰. 湖泊生态环境需水量计算方法研究 [J]. 自然资源学报 ,2002 ,17(5) :604-609.

(收稿日期 :2012-03-20 编辑 :张志琴)

(上接第 34 页)

[17] SHU Y M. Field experiment for dike soil at Yangtze River Estuary [C] / Proceedings of the International Symposium on Engineering Practice and Performance of Soft Deposits. [s. n.] ,2004 :457-461.

[18] 束一鸣. 针刺织物用于粉土反滤的实践 [J]. 水利学报 , 2002 ,31(11) :95-102.

[19] 林刚 ,束一鸣 ,吴海民. 小断面土工织物脱水试验方法初探 [J]. 水电能源科学 ,2009 ,27(5) :156-158.

[20] 束一鸣. 长江口复杂软土地基上堤坝的设计 [J]. 水利水电科技进展 ,2003 ,23(6) :33-36.

[21] RECIO J ,OUMERACI H. Effect of deformations on the hydraulic stability of coastal structures made of geotextile sand containers [J]. Geotextile and Geomembranes ,2007 ,25(4-5) , 278-292.

[22] RECIO J ,OUMERACI H. Processes affecting the hydraulic

stability of coastal revetments made of geotextile sand containers [J]. Coastal Engineering ,2009 ,56 :260-284.

[23] VAN STEEG P ,BEZUIJEN A. Large scale physical model tests on sand filled geotextile tubes and containers [C] / Proceedings of the 9th International Conference on Geosynthetics. Brazil [s. n.] ,2010 :58-77.

[24] LIN G ,SHU Y M ,ZHU C R ,et al. Experiment on stability of dike piled with flat geotube [J]. Millpress Rotterdam ,2006 ,1 : 747-751.

[25] ZHU C R ,SHU Y M ,JIANG J H. Study on the experiment of unarmored flat geotube Dike under wave action [C] / Proceeding of the 4th Asia Regional Conference on Geosynthetics. Shanghai [s. n.] ,2008 :625-629.

[26] 刘海啸 ,束一鸣 ,王晓娟. 管袋堤坝在深水水流作用下的稳定性试验研究 [J]. 水利水电科技进展 ,2009 ,29(6) :67-69. (收稿日期 :2012-03-20 编辑 :张志琴)

(上接第 46 页)

[17] MOSQUERA M S ,AHMAD S. Flood hazard assessment of Atrato River in Colombia [J]. Water Resources Manage ,2007 , 21(3) :591-609.

[18] JONKMAN S N ,KOK M ,VRIJLING J K. Flood risk assessment in the Netherlands : A case study for dike ring south Holland [J]. Risk Analysis ,2008 ,28(5) :1357-1373.

[19] LIND N ,PANDEY M ,NATHWANI J. Assessing and affording the control of flood risk [J]. Structural Safety ,2009 ,31(2) :

143-147.

[20] 岳荣宾. 模糊层次和投影寻踪法在大坝安全风险评价中的应用 [D]. 济南 : 山东大学 ,2009.

[21] 周红. 大坝运行风险评价方法研究 [D]. 南京 : 河海大学 ,2004.

[22] 孙决策. 温州围涂造地项目风险管理研究 [D]. 成都 : 电子科技大学 ,2007.

[23] 肖义 ,郭生练. 大坝防洪安全风险评估框架及其应用 [J]. 武汉大学学报 : 工学版 ,2006 ,39(4) :18-24.

(收稿日期 :2012-04-05 编辑 :陈玉国)