

海绵城市建设背景下高亢岗地水利综合治理模式研究

王文芬

(江苏建筑职业技术学院 建筑设备与市政工程学院, 江苏 徐州 221116)

摘要: 在“海绵城市”建设大背景下, 以西南岗地区为例, 开展了高亢岗地水利综合治理模式研究。结合西南岗地区地形条件和水资源特点, 提出了进行农业结构调整, 对现状塘坝和水库进行拓浚、加固以充分拦蓄地表水, 更新改造提水泵站、加固骨干渠道等水利综合治理模式, 从而保证西南岗地区的灌溉和生态环境用水, 旨在为其他同类高亢岗地综合治理提供参考。
关键词: 海绵城市; 高亢岗地; 水资源利用

Based on the Background of Sponge City-Research on the Water Conservancy

Comprehensive Governance Model of the High-pitched Hilly Land

WANG Wen-fen

(School of Construction Equipment and Municipal Engineering, Jiangsu Vocational Institute of Architectural Technology
Xuzhou 221116, China)

Abstract: Based on the background of sponge city, by taking the Southwest Kong as the case, this paper carry out the research on the water conservancy comprehensive governance model of the high-pitched hilly land. According to the condition of the terrain and the feature of the water in the Southwest Kong, this paper researches management measures of the water conservancy according to the different situations, it puts forward series of management measures, such as changing the planting structures of the crops, extending and steadying the reservoirs and ponds, updating and transforming the pumping stations, these measures guarantee the water of crops and ecological environment in the Southwest Kong. This research results would provide reference for other high-pitched hilly lands which would carry out similar studies.

Key words: sponge city; high-pitched hilly land; utilization of water resources

近年由于气候变化及环境承载能力等原因, 我国城市内涝、水资源短缺等水问题日益突出, 生态系统的健康受到严重威胁, 山丘区尤为严重。因此, 建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”这一构想一经提出, 即得到国内专家学者的广泛认可。“海绵城市”是一种形象的表达, 其学术术语为“低影响开发雨水系统构建”(low impact design or development, 简称 LID), 即在降雨的时候, 通过建设“吸收、存储、渗透、净化”系统来吸收雨水, 在干旱时用来补充地下水, 调节水循环的一种城市建设系统。

我国山区、丘陵地区分部很广, 面积约占全国总土地面积的 80%左右, 人口占全国人口的三分之一。由于受地形、地貌、水文、气象、土壤等条件的限制, 丘陵区地形复杂、洪枯变差大, 一遇暴雨, 径流大且汇集迅猛, 易造成洪涝灾害, 无雨期间, 又会出现干旱, 农业用水困难, 缺水严重。经过多年的总结、研究, 我国对山丘地区的水利建设积累了丰富的经验, 但是由于受到自然地理和经济社会等多种因素的影响, 山丘地区治水技术和方法, 又呈现出多样性、地域性、独特性。本文以淮北地区高亢岗地——泗洪县西南岗地区水利工程建设为例, 研究其综合治理模式, 为其他同类高亢岗地综合治理提供经验。

作者简介: 王文芬(1987—), 女, 江苏沛县人, 讲师, 博士

基金项目: 2015 年住房和城乡建设部科学技术计划项目(2015-K1-028) 江苏建筑职业技术学院 2014 年度学校科学研究计划项目重点项目(JYA14-03)

1 西南岗地区基本情况

西南岗，是泗洪县西南部岗丘地的总称，位于泗洪县西南部，与淮安市的盱眙、安徽省的明光、五河、泗县接壤，包括 8 个乡镇，总面积 672 km²。该地区北有新老濉河、新汴河，南有淮河、怀洪新河，西有天岗湖，东有洪泽湖，四周有河湖围绕，引水上岗水源比较可靠，但因地势高亢，中心地区远离河湖，引水上岗线路长。该地区多年平均降雨 893mm，多年平均蒸发 1833mm，降水年季变化大，年内分布不均。保证率 50%的年（平水年）降雨量为 908mm，当地水资源总量为 23463 万 m³，保证率 75%（一般枯水年）的年降雨量为 752mm，当地水资源总量为 15210 万 m³。

根据西南岗的地势、地形条件和水资源特点、水利工程条件等将该地区分为三个区域（一级提水区、二级蓄引提结合区、三级井塘结合区），不同区域采取不同的水资源配置方式，各种工程措施有所侧重，有效地提高水资源的保障能力。本文以二级蓄引提结合区为例研究西南岗地区的水利治理模式。

2 水资源供需平衡分析

对于该区域的水量平衡分析，主要考虑灌溉需水量、生态环境需水量与可利用水量之间的平衡。

2.1 现有水源工程概况

西南岗地区现状利用的水资源主要包括当地地表径流、地下水、过境水、灌溉回归水四个方面。通过水库、塘坝、泵站、机井等工程措施对水资源进行综合利用。该地区现有水源工程主要是 11 座小型水库、289 面塘坝、41 座泵站。水库总兴利库容为 1227.0 万 m³；塘坝总兴利库容为 544.7 万 m³；提水泵站设计提水能力 20.40m³/s，实际提水能力 8.64m³/s。

2.2 水资源可利用量分析

根据《淮阴地区水资源调查及水利化区划报告》，西南岗地处淮阴地区水利区划 I₁₀ 区，分析不同保证率代表年的降雨、径流资料，得出保证率为 50%、75%、95%时 I₁₀ 区的径流系数。利用径流系数和降水资料估算利用塘堰等可集蓄的本地径流量。

$$W = 0.1\alpha PF\eta \quad (1)$$

式中： α ——年径流系数，泗洪县多年平均径流系数为 0.25；

P ——年降水量（mm）；

F ——集水面积（km²）；

η ——塘堰蓄水系数，考虑渗漏、弃水等，取值 0.5~0.7。

各年型的本地径流可利用量见表 1。

表 1 各年型的本地径流可利用量表

作者简介：王文芬（1987—），女，江苏沛县人，讲师，博士

基金项目：2015 年住房和城乡建设部科学技术计划项目（2015-K1-028）江苏建筑职业技术学院 2014 年度学校科学研究计划项目重点项目（JYA14-03）

年型	径流系数 α	年降雨量 P (mm)	集水面积 F (km ²)	塘堰蓄水系数 η	年径流可利用量 (万 m ³)
$P=50\%$	0.33	908.3	241.5	0.5	3619.3
$P=75\%$	0.24	752.2	241.5	0.7	3051.8
$P=95\%$	0.05	564.6	241.5	0.7	477.2

2.3 需水量

由于西南岗地区土壤状况与清水坝灌区相似，根据《江苏省盱眙县清水坝灌区续建配套与节水改造工程可行性研究报告》，选定灌溉水利用系数为 0.64。根据作物种植面积、毛灌溉定额，估算出各灌溉设计保证率下的灌溉需水量：当灌溉设计保证率为 50% 时，灌溉需水量为 3327.7 万 m³；当灌溉设计保证率为 75% 时，灌溉需水量为 4371.8 万 m³；当灌溉设计保证率达到 95% 时，灌溉需水量为 6155.2 万 m³。

由于资料的限制，本地区的生态需水量主要考虑水面蒸发需水量、渗漏需水量和绿地生态需水量。：当灌溉设计保证率为 50% 时，生态环境需水量为 1254.9 万 m³；当灌溉设计保证率为 75% 时，生态环境需水量为 814.3 万 m³；当灌溉设计保证率达到 95% 时，生态环境需水量为 445.3 万 m³。

2.4 水库塘坝供水能力复核

根据泗洪县西南岗高亢岗地区的地形特征及水量运行特点（如图 1），结合该地区目前蓄水设施主要有小型水库和分散布置且数量较多的蓄水塘，将蓄水塘和小型水库进行聚合概化处理并入概化水库，如图 2 所示。主要针对雨水集蓄利用工程微型蓄水设施数量较多而且分散布置，通过适当的聚合概化处理，以减少变量维数，便于雨水集蓄利用工程规模的选优。

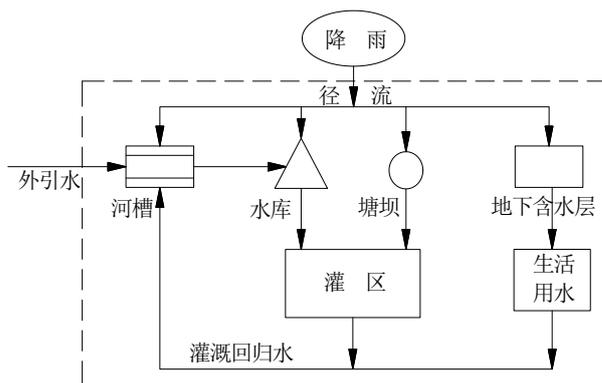


图 1 项目区水量运行示意图

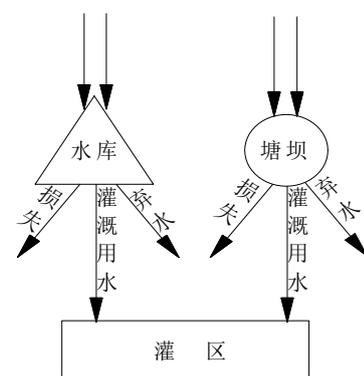


图 2 蓄水设施水量进出示意图

蓄水工程水量平衡递推公式为：

$$V_{(t+1)} = V_{(t)} + W_{l(t)} - W_{y(t)} + W_{w(t)} \quad (2)$$

式中： $V_{(t)}$ 、 $V_{(t+1)}$ ——第 t 月、 $t+1$ 月蓄水工程的蓄水量，万 m³；

作者简介：王文芬（1987—），女，江苏沛县人，讲师，博士

基金项目：2015 年住房和城乡建设部科学技术计划项目（2015-K1-028）江苏建筑职业技术学院 2014 年度学校科学研究计划项目重点项目（JYA14-03）

$W_{l(t)}$ ——第 t 月总来水量，万 m^3 ；

$W_{v(t)}$ ——第 t 月总用水量，万 m^3 ；

$W_{w(t)}$ ——第 t 月引水量，万 m^3 。

根据灌溉用水量及工程所能拦蓄水量等已知条件，进行各分区典型代表年不同来水频率和不同种植结构下逐月水量平衡推算，从中可以看出，在不同来水频率和不同种植结构下各分区现有蓄水工程的蓄水量、缺水量、弃水量及外引水量的分布过程。具体各频率的分区水量平衡分析过程采用一般模拟模型编程计算，程序框图见图 3。程序框图参数说明如下： $V_{(t)}$ 、 $V_{(t+1)}$ 为第 t 时段初、末概化水库需水量（盈余水量）； V_{\max} 为概化水库最大可蓄水量； $W_{-l(t)}$ 为第 t 时段来水量（包括该时段可利用径流量和灌溉回归水量）； $W_{-v(t)}$ 为第 t 时段用水量（包括灌溉用水量和生态环境需水量）； $W_{-x(t)}$ 为第 t 时段拦蓄水量； $W_{-q(t)}$ 为第 t 时段弃水量； $W_{-w(t)}$ 为第 t 时段缺水量（外引水量）。

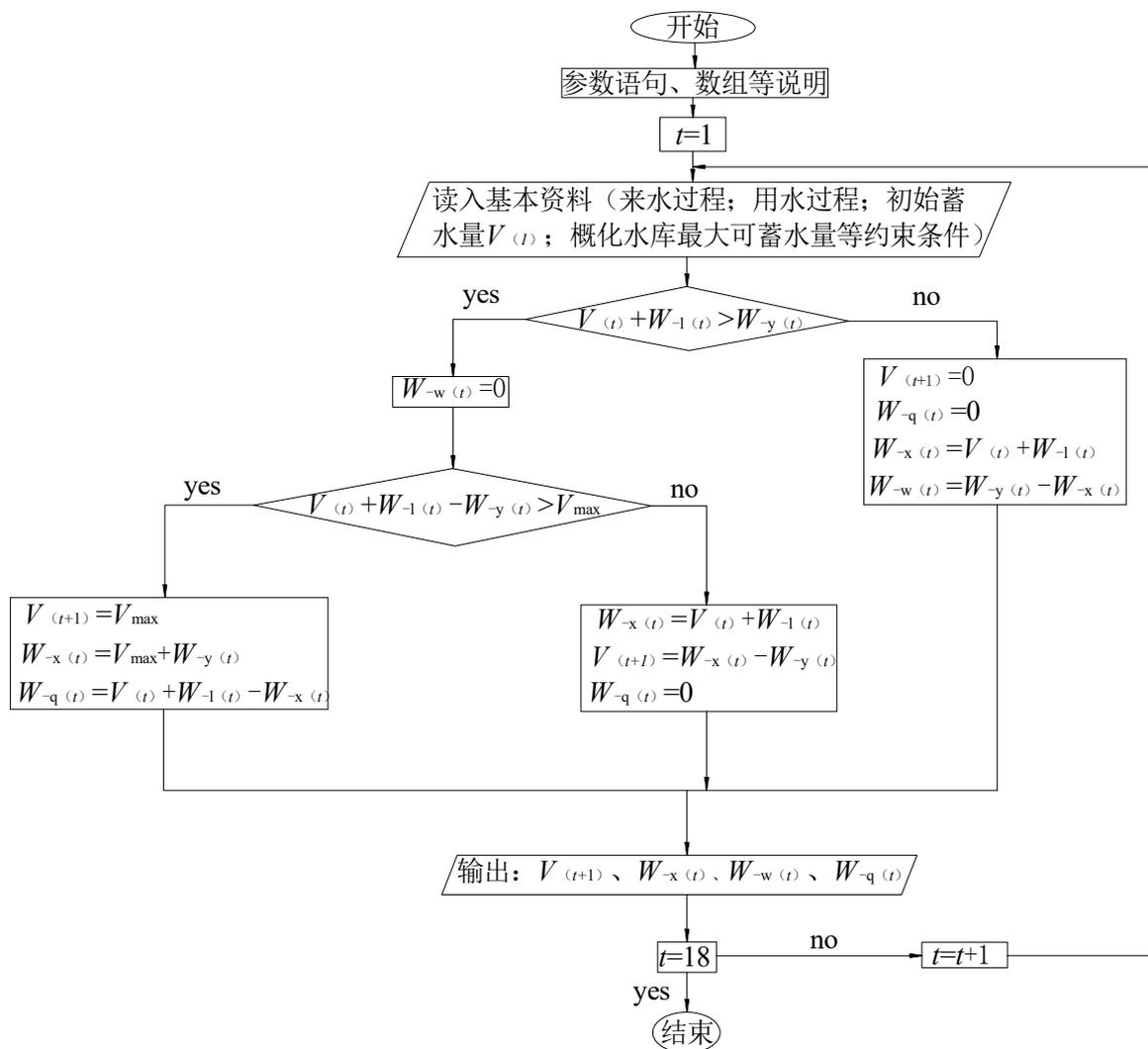


图 3 水量平衡平衡推算一般模拟模型程序框

3 水利治理研究

作者简介：王文芬（1987—），女，江苏沛县人，讲师，博士

基金项目：2015 年住房和城乡建设部科学技术计划项目（2015-K1-028）江苏建筑职业技术学院 2014 年度学校科学研究计划项目重点项目（JYA14-03）

根据现状种植布局下的来用水量平衡分析可知，在不同的灌溉设计保证率下，有着不同程度的缺水情况，但来水有限，所以要充分利用来水使其不浪费，在此基础上进行引水。本文针对不同的水稻和旱作物的种植面积比，按 75% 典型年来用水过程一定步长增大蓄水工程的容积，寻找该地区在某一种植比条件下蓄水工程和引水工程年费用之间的最优点，即最优亩均蓄水容积。

经分析可知，该地区现有的蓄水能力偏低，不能够满足作物灌溉和生态环境需水量的要求。为了保证作物的灌溉用水和生态环境需水就必须加大外引水量以满足供需平衡，但经过水量平衡分析，有部分降雨径流和回归水没有加以拦蓄充分利用，而作为多余水量排出。因此，为充分利用降雨径流和回归水，尽量减少外引水量，考虑在不同种植结构下分别按一定步长逐渐加大蓄水工程的蓄水容积，再重新进行该区域的水量平衡分析，从而得出不同种植布局逐渐加大蓄水能力的情况下，为满足作物灌溉和生态需水所需的外引水量。

根据该区域在一定来水频率下的供需水量平衡分析，得到一系列与一定蓄水规模所对应的外引水量，从而可以估算出与各种水源工程即蓄水工程、引水工程所对应的年折算费用，由此得到了水源工程年折算总费用，同时绘制出在不同水旱种植比下的水源工程年费用和亩均蓄水容积曲线，进而寻求最优亩均蓄水容积，见表 2。

表 2 不同水旱比下的最优亩均蓄水容积表

控制面积 (万亩)	现有蓄水工程 容积 (万 m ³)	现状亩均 蓄水容积 (m ³)	水旱种植比	最优亩均 蓄水容积 (m ³)
23.57	642.0	27.25	1:9	70.8
			2:8	59.9
			3:7	55.8
			4:6	46.3
			5:5	38.1

参考《雨水集蓄利用工程技术规范》第 3.4.2 条给出的蓄水工程容积的经验计算公式同样可以推算出在不同种植布局下的亩均蓄水容积，如表 3 所示。

表 3 不同水旱比下的最优亩均蓄水容积（规范取值）表

控制面积 (万亩)	现有蓄水 工程容积 (万 m ³)	现状亩均 蓄水容积 (m ³)	水旱种植比	亩均蓄水容积 (《规范》取值) (m ³)
23.57	642.0	27.25	1:9	51.6
			2:8	52.9
			3:7	55.1
			4:6	55.3
			5:5	56.0

对比表 2 和表 3 的亩均蓄水容积可知，五种水旱种植比情况下，只有 3:7 情况下反推计算结果与水量

作者简介：王文芬（1987—），女，江苏沛县人，讲师，博士

基金项目：2015 年住房和城乡建设部科学技术计划项目（2015-K1-028）江苏建筑职业技术学院 2014 年度学校科学研究计划项目重点项目（JYA14-03）

平衡计算结果很接近, 相差 1%, 其余情况两种结果相差很大。由此可以得出该地区适宜的水旱种植比为 3:7。在 75%来水频率、水旱种植比 3:7 情况下, 该地区最优亩均蓄水容积为 55.8m³, 现状供水能力 642 万 m³, 增加蓄水容积 674.1 万 m³, 外引水量为 5092.6 万 m³。

因此, 该地区的水利治理措施为: 进行农业结构调整, 对现状塘坝和水库进行拓浚、加固, 以充分拦蓄地表水, 对该区域现状提水泵站进行更新改造, 恢复设计提水能力, 加固骨干渠道, 以此解决灌溉和生态用水问题。

4 结语

探讨高亢岗地水利综合治理模式, 旨在为山丘区海绵城市建设中的水利工作提供方法和建议。通过对现状塘坝和水库进行拓浚、加固以充分拦蓄地表水等水利综合治理模式, 保证高亢岗地区的灌溉和生态环境用水, 为科学构建自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”提供支撑。

参考文献

- [1] 淮安市水利勘测设计研究院. 江苏省泗洪县西南岗地区水源工程规划报告[R]. 宿迁, 2007.
- [2] 淮阴地区行政公署水利局. 淮阴地区水资源调查及水利化区划报告[R]. 1982.
- [3] 宿迁市水务局、淮阴市水利工程勘察院. 江苏省宿迁市地下水资源评价报告[R]. 1999.
- [4] 秦灏. 江苏省淮北丘陵山区生态环境需水量及雨水集蓄利用优化研究[D]. 江苏: 扬州大学, 2007.
- [5] 张旺, 庞靖鹏. 海绵城市建设应作为新时期城市治水的重要内容[J]. 水利发展研究, 2014, 9: 5-7.
- [6] 章林伟. 海绵城市建设概论. 给水排水, 2015(6):2.
- [7] 任心欣, 汤伟真. 海绵城市年径流总量控制率等指标应用初探[J]. 中国给水排水, 2015, 31(13): 105-109.

作者简介: 王文芬, 女, 1987 年生, 江苏沛县人, 就职于江苏建筑职业技术学院, 讲师, 博士, 主要从事水利工程, 农业水土工程及农村供水工程优化规划、管理决策理论与应用研究。电子邮箱: wangwenfen1987@126.com 联系电话: 15715212160, 邮编: 221000, 联系地址: 江苏省徐州市泉山区学苑路 26 号江苏建筑职业技术学院设备学院。

作者简介: 王文芬(1987—), 女, 江苏沛县人, 讲师, 博士

基金项目: 2015 年住房和城乡建设部科学技术计划项目(2015-K1-028)江苏建筑职业技术学院 2014 年度学校科学研究计划项目重点项目(JYA14-03)