

Mike 系列软件在区域合理水面率研究中的应用

温进化, 王士武, 杨铁锋

(浙江省水利河口研究院, 杭州 310020)

摘要: 根据水域承载的功能界定区域合理水面率概念, 分析了水面率的影响因素, 提出了从行洪除涝、水资源利用等水域基本功能出发区域合理水面率的研究方法。同时, 根据该研究方法采用 Mike 系列软件中的 Mike Basin 和 Mike 11 分别计算不同方案下的水资源供需平衡及水动力模拟结果, 提出了满足区域行洪除涝和水资源利用功能的合理水面率。得出 Mike 系列软件在合理水面率研究中具有建模功能强大、参数修改容易、计算结果准确可靠等优点。

关键词: 水面率; 行洪除涝; 水资源利用; Mike 11; Mike Basin

区域水面率是指承载水域功能的区域面积占区域总面积的比率。所谓水域功能是指水域的直接提供可利用的水源、调蓄区域水资源、降解污染物和吸纳营养物质、保护生物多样性、休闲旅游、航运、调节气候等功能。因此, 水面率不是一个严格定义的科学概念, 而是通俗意义上的管理工具。其目的是提出一个指标, 评估在自然力与人类活动双重作用下人类社会和水域自身的协调发展程度, 进而通过水域管理工作, 促进人类与自然的协调发展¹。

水面率的影响因素包括自然条件、区域经济发展水平、现有水利工程综合能力等多个方面, 因此确定区域合理水面率是个复杂的过程。本文从水域的行洪除涝、水资源利用等基本功能出发, 提出在满足现状和现行法律、法规、规范、标准下区域合理水面率的基本方法。依据确定合理水面率的复杂性, 本文采用具有建模功能强大、快速模拟等优点的 Mike 系列软件实现研究区合理水面率的研究计算, 从而提出 Mike 系列软件在类似研究中的基本步骤及结果分析。

1 区域合理水面率确定方法

1.1 行洪除涝合理水面率确定的基本方法

对于承担行洪除涝的水域, 在防洪除涝标准、设计洪水、排涝流量和设计外边界条件确定的条件下利用图 1 结构模型模拟计算在满足区域防洪和排涝标准下区域所需的水域调蓄能力, 从而确定区域行洪除涝的合理水面率。

对行洪除涝合理水面率研究结构图的几点说明:

1) 区域内水力学模拟计算: 指模拟区域内水力学计算, 包括河网水域、河流水域, 也包括水库、湖泊等水域, 采用 Mike 11 软件来完成。

2) 计算自排闸的排涝能力: 对于行洪除涝来说, 首先考虑区域的自排能力, 这是排水系统布置和设计的一条基本原则。若区域内自排闸的排水能力不满足要求, 再考虑其它措施。

3) 增加外排能力或内部滞蓄能力: 对于闸站综合能力不能满足排水要求时, 可能的途径有两

个：一是增加外排能力，二是增加内部滞蓄能力。具体采用哪种方式，需通过技术经济比较来决定。其经济指标也是相应模拟模型的目标函数。

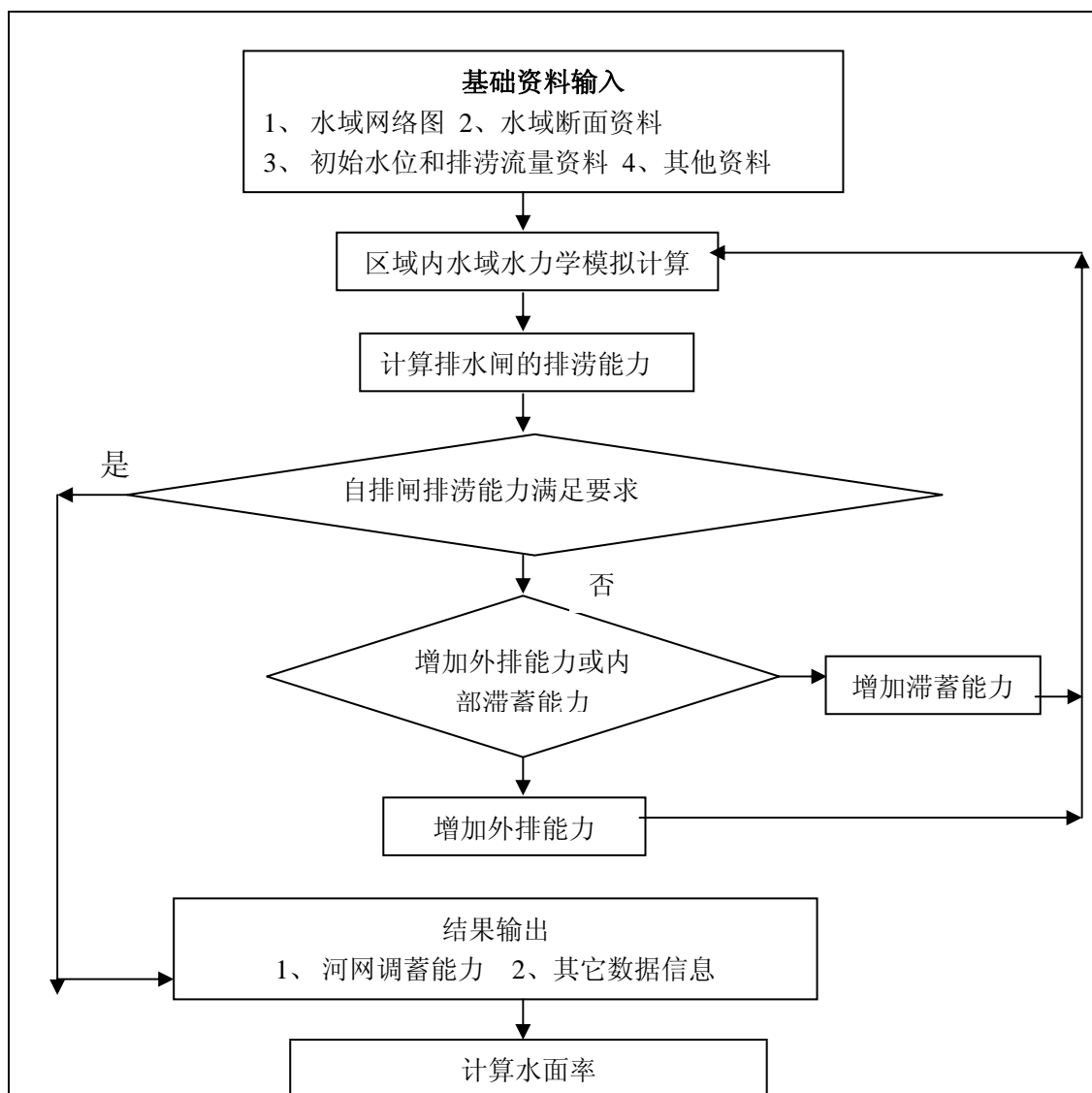


图 1 行洪除涝基本水面率研究结构图

1.2 水资源利用合理水面率确定的基本方法

系统分析研究区域来水量、用水量的基础上，通过模拟计算确定满足供水保证率要求所需的水域调蓄能力，进而确定区域合理水面率，总体思路见图 2。

对水资源利用合理水面率研究结构图的几点说明：

1) 水资源开发利用的模拟计算：根据用水户与供水工程的对应关系，依据水量平衡原理模拟计算用水户需水的满足程度，采用 Mike Basin 软件来完成。

2) 亏水量内部解决、外部引入、二者结合：在供水量不能满足用水户要求的情况下，通过特定的目标模型确定解决缺水量的的一种方式。

3) 增加调蓄能力：指通过疏浚、拓宽、新建河道等技术手段，增加水域调蓄能力来解决水资

源短缺矛盾的一种方式。

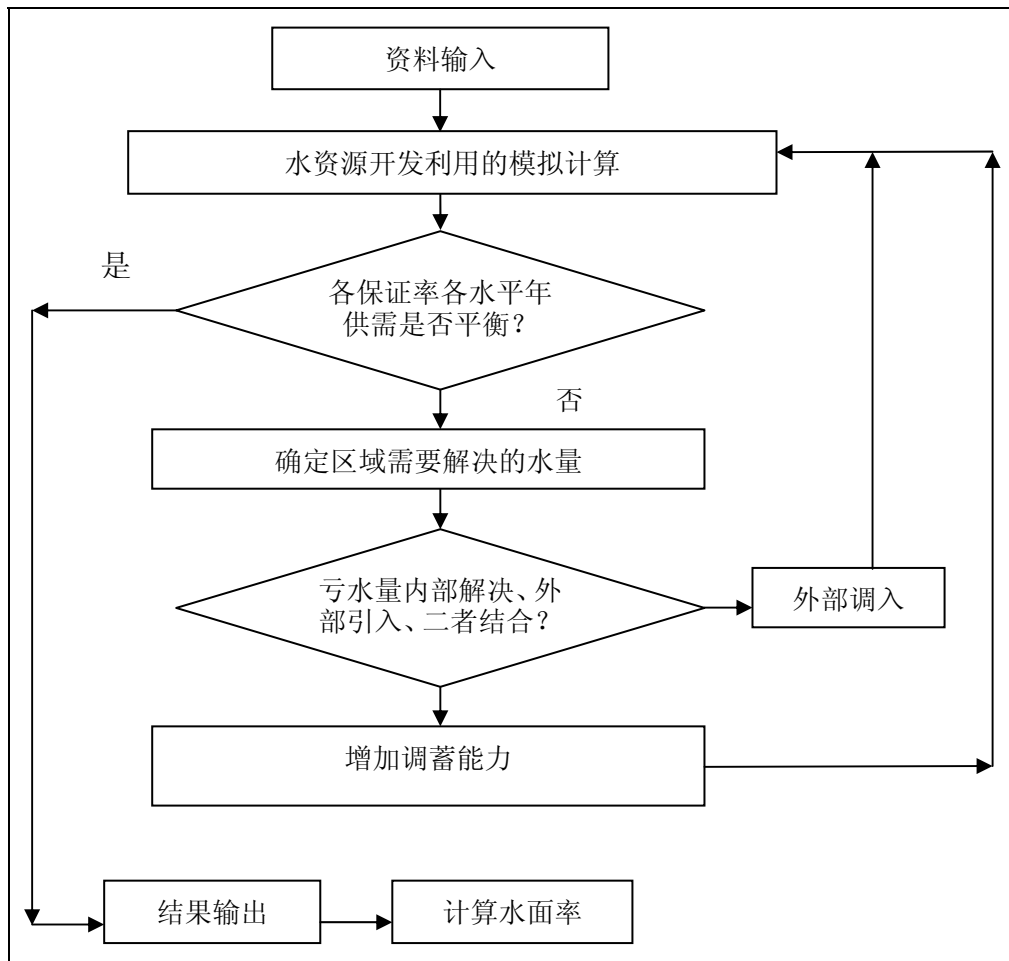


图 2 水资源利用基本水面率研究结构图

2 Mike 系列软件的主要特点

从合理水面率研究的基本方法可以看出，区域合理水面率的确定是个多次判断、反复迭代、计算量庞大的过程，一般的技术手段较难完成该过程。而作为 DHI 公司开发的 Mike 系列软件是目前世界上领先，经过实际工程验证最多的，被水资源研究人员广泛认同的优秀软件。软件的功能涉及范围从降雨→产流→河流→城市→河口→近海→深海，从一维到三维，从水动力到水环境和生态系统，同时具有建模功能强大、用户界面友好、模拟计算快速准确等特点，因此本文采用该软件来开展区域合理水面率研究。

2.1 Mike11 主要特点

Mike11 是一个基于丹麦水利研究所著名的 SYSTEM11，用于模拟任何河流流量、水位、泥沙输送的软件系统，主要包括水动力模型、对流扩散及粘性输沙模型、NAM 降雨径流模型等。Mike11 具有如下主要特点：

- 1) 用户界面友好，属于集成的 Windows 图形界面。

2) 具有强大的前、后处理功能。在前处理方面, 能根据地形资料进行计算网格的划分; 在后处理方面具有强大的分析功能, 如流畅动态演示及动画制作、计算断面流量、实测与计算过程的验证、不同方案的比较等。

3) 具有功能强大的卡片设置功能, 可以进行多种控制性结构的设置, 如桥墩、堰、闸等。

2.2 MikeBasin 主要特点

MikeBasin 是针对流域的水资源综合管理工具, 包括水库的优化调度模块、水力资源模拟模块及对不同用水户供水进行计划调配模块等, 其主要特点如下:

1) 功能强大、操作简单、使用方便、数据需求少。

2) 包括所有主要的水文过程, 但过程描述被尽可能简化。

3) 可进行快速模拟, 只需几秒钟就可以分析很多方案、优化系统, 或者快速回答诸如: “如果…会…”之类的问题。

3 Mike 系列软件的应用过程

3.1 Mike11 在行洪除涝合理水面率研究中的应用

Mike11 在行洪除涝合理水面率中的应用过程主要包括研究区河网概化、参数验证和结果分析等三个步骤。

1) 河网概化

河网概化应遵循突出主干河道, 保留需重点研究的非主干河, 并使概化后河网的河道容积与实际河道的容积基本上保持一致的原则。根据研究区河道水流方向为北~南, 西~东, 在平面分布上主要呈现三纵三横的格局, 其洪涝水主要通过沿海和沿江漕浦闸、新泓口闸、张鉴硙、清水浦闸外排的现状, 将研究区河网概化为如图 3 所示。

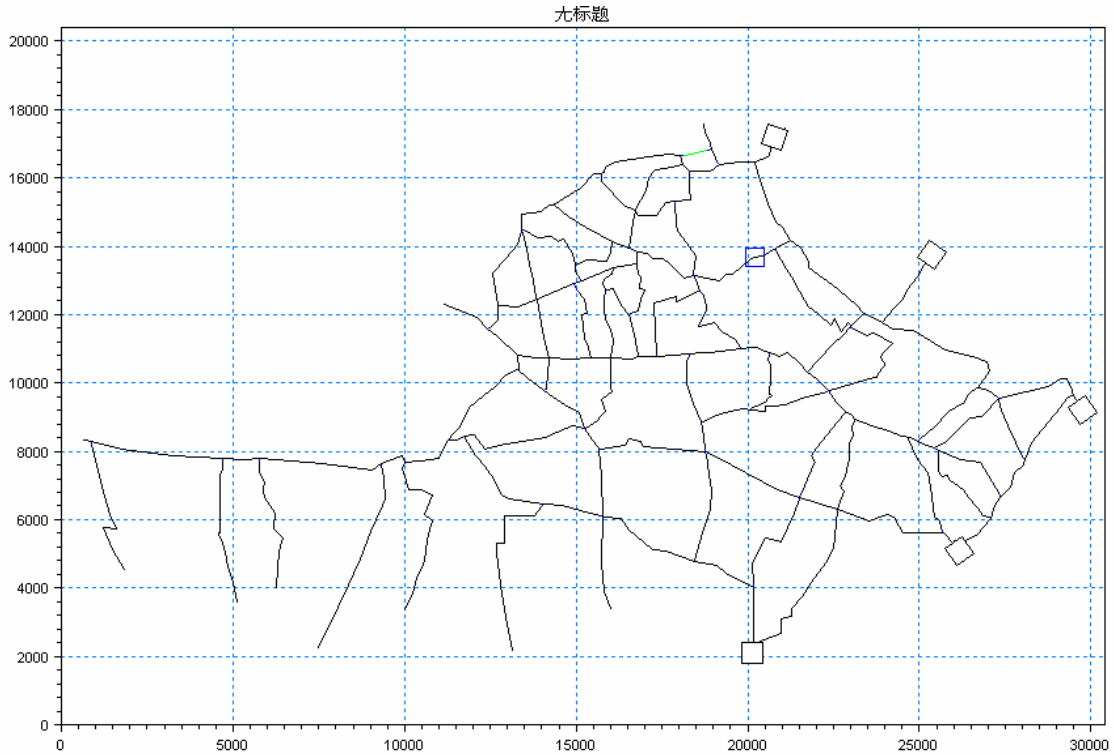


图 3 研究区河网概化图

2) 参数验证

参数验证主要指对河网糙率进行验证。本次验证采用 1984 年 6 月 12 日~15 日的暴雨和水位实测资料。降雨和潮位过程都采用实测过程，闸门开启根据闸门调度原则进行。经过计算，验证点水位 6 月 14 日最大值为 2.32m，平均为 2.22m，实测最大 2.29m，平均 2.24m。

对比分析模型计算结果和实测数据可知，模拟模型的计算结果与实测结果基本一致，该模拟模型可以用于进行方案分析。

3) 结果分析

模型参数率定后，按照行洪除涝合理水面率研究结构图的步骤，分析计算满足 2%、5%、10% 频率暴雨的行洪除涝要求的研究区河道水域的外排能力和区域内部滞蓄能力，结果见表 1。同时，根据该区域的水位—水面—容积关系、不同排涝标准的合理内部滞蓄能力估算其水面率，见表 2。最后，根据研究区 20 年一遇的防洪标准确定研究区行洪除涝合理水面率为 3.9%。

表 1 不同排涝标准的合理外排能力和内部滞蓄能力成果表

排涝标准	2%	5%	10%
合理河道外排能力 (万 m^3)	5305	4155	3194
合理河道滞蓄能力 (万 m^3)	263	173	158

表 2 行洪除涝的基本水面率成果表

排涝标准	2%	5%	10%
------	----	----	-----

基本水面面积 (万m ²)	868	650	546
合理水面率 (%)	5.2	3.9	3.3

3.2 Mike Basin 在水资源利用合理水面率研究中的应用

Mike Basin 在水资源利用合理水面率中的应用过程主要包括以下三个步骤：①对研究区域的水资源条件进行概化，同时依据供、用水户对应关系建立水资源网络系统概化图；②建立计算单元、供水户、用水户等属性的时间系列；③计算结果分析。下面结合研究区情况，对以上各步骤分别进行阐述。

1) 水资源系统概化

水资源系统概化包括计算单元的划分和供、用水户对应关系的建立两个步骤。计算单元的划分一般按照流域分区进行，除水库（水电站）工程有集雨面积上的计算分区外，其余计算单元可以根据研究精度的不同将流域按地形特点进一步细分为山区集雨区和平原集雨区。按照以上原则，将研究区分为三圣殿水库集雨区、郎家坪水库集雨区、十字路水库集雨区、329 国道以西集雨区、329 国道以西集雨区和姚江集雨区等六个计算分区，见图 4。

供、用水户对应关系指用水户与相应供水工程的联接关系，包括一对一、一对多、多对一和多对多等联接方式。一对一指一个供水工程给一个用水户供水；一对多指一个用水户同时有两个以上供水工程给它供水；多对一指一个供水工程同时给两个以上用水户供水；多对多指多个供水工程给多个用水户供水。除一对一联接方式外，其余联接方式都需要指定供水工程供水的优先次序及供水准则，本部分内容在供水工程属性设置中完成。根据用水户特点将研究区分为十字路水库用水区、329 国道以西农业用水区、329 国道以西工业用水区、329 国道以东农业用水区和 329 国道以东工业用水区等 5 个用水区。依据 5 个用水区与供水工程的关系将研究区概化为三圣殿水库、郎家坪水库、十字路水库、329 国道以西河区、329 国道以东河区和姚江河区等 6 个供水节点。研究区水资源系统概化结果见图 4。

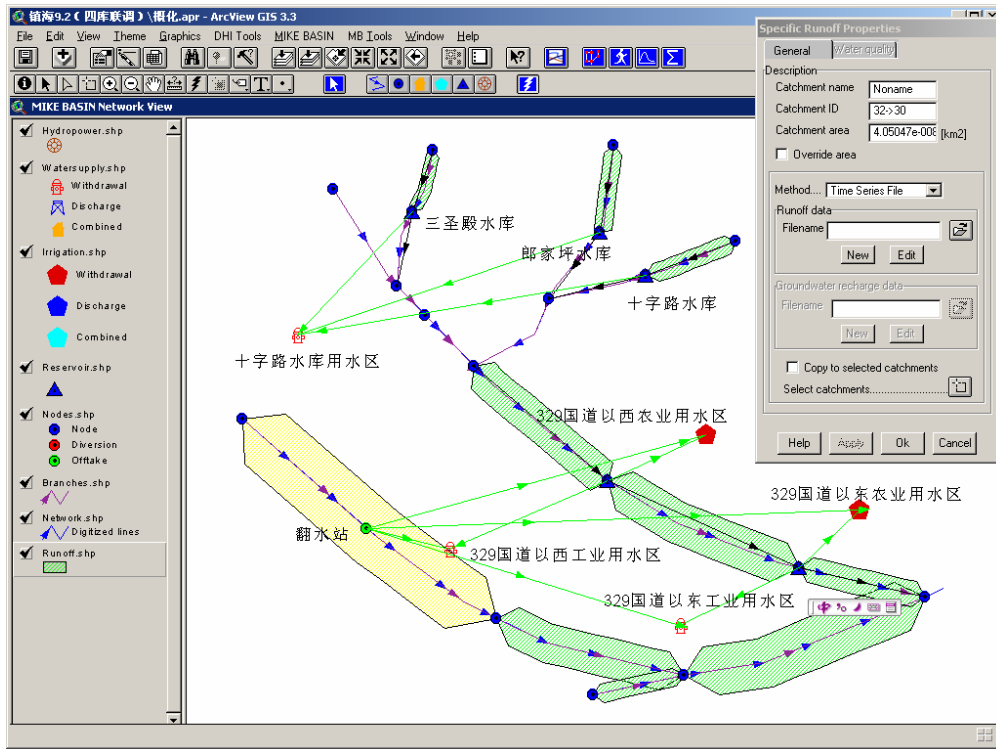


图 4 研究区水资源系统网络概化图

2) 属性数据的设置

Mike Basin 属性数据的设置主要包括计算单元面积及入流量的设置、用水户用水量及分配规则的设置、供水工程运行规则设置等三个方面。

计算单元面积和入流量的设置采用右击集水区的方法，在出现的属性对话框中输入计算单元面积和创建一个入流数据文件，并给该入流数据文件赋值。当某个集水区入流数据与其它入流数据一致时可直接从弹出菜单中选择该入流数据文件。

用水户用水量及分配规则的设置采用右击用水户节点的方法，在出现的属性对话框中创建一个用水量文件，并给该文件赋值。当一个用水户有多个供水工程给它供水时需设置分配规则，如本模型中的十字路口水库用水区。分配规则一般有优先权规则和需求比例规则两种方式，优先权规则指完全按照供水工程的优先次序进行供水，需求比例规则指按照供水工程的供水比例对用户进行分配。

供水工程运行规则设置主要指对水库工程诸如死水位、汛限水位等参数进行设置，方法基本同前文一致。

3) 结果分析

按照以上模型计算不从姚江河区引水时在现有水域调蓄能力下研究区需水的满足程度，计算结果见表 3。

表 3 姚江不引水时研究区各用水户供水保证率结果

项目 水平年	329 国道以西用水区 (%)		329 国道以东用水区 (%)	
	工业	农业	工业	农业
2003 年	90.2	70.7	90.2	75.6
2010 年	82.9	61.0	85.4	75.6
2020 年	75.6	53.7	75.6	73.2

从以上计算结果可以看出，在现有水域调蓄能力下各用水户需水得不到满足，且随着水平年的增加缺水量进一步加大。根据水资源合理水面率的研究方法，分别模拟计算外流域引水和增加研究区内调蓄情况下的水资源满足程度。从计算结果可知：①实施外区域引水，329 国道以西用水区和 329 国道以东用水区在年均抽引外流域 400 万 m^3 和 350 万 m^3 水资源量下实现供需平衡，相应的水面率分别为 3.44%和 3.31%；②增加内部调蓄能力，329 国道以西用水区和 329 国道以东用水区的调蓄能力需从原来的 135 万 m^3 提高到 1623 万 m^3 和 422 万 m^3 提高到 2533 万 m^3 ，相应的水面率分别为 41.28%和 19.86%。

分析解决缺水矛盾的可行性和合理性确定实施外区域引水是解决本区域缺水的主要途径，因此确定 329 国道以西水功能区合理水面率为 3.44%，329 国道以东水功能区合理水面率为 3.31%。

4 应用效果及结论

利用 Mike11 软件包建立了研究区河网水流模型，在对实测资料验证良好的基础上利用该模型计算了不同暴雨频率下需要的水域调蓄容积和区域外排能力，同时推荐了该区域的合理水面率。

利用 MikeBasin 软件包建立了研究区水资源供需分析模型，分析计算了满足各水平年用水要求下的河网调蓄能力和外部年均引水量。依据计算结果推荐了该区域的合理水面率。

从 Mike11 和 MikeBasin 软件在行洪除涝水面率和水资源利用水面率研究中可以看出，Mike 系列软件具有建模功能强大、参数修改容易、计算结果准确可靠等优点，为复杂问题的研究提供了一条较便捷的途径。

参考文献：

- [1] 王士武，杨铁锋，温进化·行洪除涝合理水面率研究[J] ·灌溉排水学报，2006，2
- [2]王超，王沛芳·城市水生态系统建设与管理[M] ·北京：科学出版社，2004，6
- [3]郭元裕，白宪台，雷声隆·南方圩（湖）区最优水面率研究[J] ·水利学报，1982，7

Mike series software application in research on the rationality surface water region ratio

WEN Jin-hua,WANG Shi-wu,YANG Tie-feng

(Zhejiang Institute of Hydraulics & Estuary ,Hangzhou 310020,China)

Abstract:This article defines the concepts of surface water region ratio according to function of waters, analyzes the influence factor. Proposes the research technique from the waters basic function. Simultaneity, Mike11 and Mike Basic separatele calculate the transfer flooding and drainage and water resources use of the surface water region according to the research technique. Mike series software hold the merits of the formidable modeling function ,the parameter easily revises , the result accurate .

Key words: surface water region ratio; transfer flooding and drainage; Water resources use ; Mike 11; Mike Basin