

Taihu Basin Model

太湖流域模型

程文辉 王船海 朱 琰 著



河海大学出版社

Taihu Basin Model
太湖流域模型

程文辉 王船海 朱 琰 著



河海大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

太湖流域模型/程文辉,王船海,朱琰著. —南京:
河海大学出版社,2006.10

ISBN 7-5630-2297-X

I. 太... II. ①程... ②王... ③朱... III. 太湖—
流域模型—研究 IV. TV882.953

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 111992 号

书 名 太湖流域模型
书 号 ISBN 7-5630-2297-X/TV·283
责任编辑 马文潭
特约编辑 袁 艺 徐骏生
责任校对 江 南 吴 明
封面设计 书衣坊
出 版 河海大学出版社
地 址 南京市西康路 1 号(邮编:210098)
电 话 (025)83737852(总编室) (025)83722833(发行部)
印 刷 南京工大印务有限公司
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 11.75 印张 300 千字
版 次 2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷
定 价 57.00 元



程文辉

上海市人, 1934 年生。1956 年毕业于华东水利学院, 毕业后先后曾在中国科学院水文研究室工作, 1958 年合并到华东水利学院水文系 (现为河海大学水资源环境学院) 任教。1979 年被派往荷兰 Delft 大学国际水力及环境工程学院 (IHE) 进修, 1988 年作为高级访问学者去美国马凯大学工作半年。1987 年被评为教授, 1992 年起享受国务院有突出贡献专家特殊津贴待遇, 1997 年退休。作者长期从事水利规划及水动力学教学和研究, 作为主要技术负责人参加过的重大课题有: '91 太湖洪涝灾害、淮河淮滨——蚌埠段防洪规划洪水演进数学模型、太湖流域三年水质研究 (世界银行贷款项目)、太湖流域防洪预报调度和太湖流域水资源综合规划数学模型研制等。作者所研制的 HOHY 模型是目前太湖流域惟一的全流域数学模型, 作为一种有力的工具, 已被普遍应用在太湖流域水资源水量与水质规划和管理中。1998 年被聘为太湖流域防洪规划 (二期) 项目顾问。

王船海 男，江苏海安人，1963 年 12 月出生，副教授。1984 年在原华东水利学院（现河海大学）获得陆地水文专业学士学位，1987 年在河海大学获得陆地水文专业硕士学位，同年留校任教至今。主要从事计算水动力学、水文水资源及水环境保护、流域防洪决策、地理信息系统和计算机软件系统开发等方面的研究。自主开发完成了《数字流域系统应用开发软件》。

朱 琰 男，江苏无锡人，1963 年 1 月生，副教授。1986 年在河海大学获得陆地水文专业学士学位，1989 年在河海大学获得陆地水文专业硕士学位，同年留校任教至今。2003 年在河海大学获得水文学及水资源专业工学博士学位。主要从事计算水动力学、水文水资源及水环境保护等方面的研究。主要负责和参加的研究项目有国家九五攻关项目《西北重点地区生态环境现状评价及发展趋势研究（湖泊部分）》，世界银行贷款项目《太湖流域三年水质研究》、《太湖流域洪水预报与调度系统》、《太湖流域水资源综合规划数模研制》和《引江济太水量水质联合调度》等。

序

太湖流域是全国最发达的地区,面积仅占全国的 0.4%,但国民经济产值却占 10.9%。

太湖流域是典型的水网地区,河网交错密布,湖泊星罗棋布。除此之外,还建有众多的闸坝、泵站、涵洞等控制建筑物。水流不仅受长江、杭州湾影响,还受人工控制建筑物的操作运行影响,水流方向往复不定。

太湖流域 80% 以上是平原地区,平原地区水面比较平缓,水位变幅不大。太湖水位其历史最低水位与最高水位差别仅 2.5 m 左右。这种情况就决定了太湖流域水量模拟要求很高的精度。

与一般水文概念不同的是:水流方向不定,没有上游、下游,弄不清水流从哪里来,到哪里去,不知道断面的集水面积。正因为这些原因,太湖流域水文资料中实测流量较少,水位资料较多。由于过去过度抽取地下水,引起地面逐年沉降。再加上流域内基面高程不统一,据研究,太湖流域内一共有 18 个吴淞高程,其中佘山吴淞高程与镇江吴淞高程差别最大,达 26 cm。即使太湖流域内水位资料较多,但使用时仍要注意基面高程和沉降校正。

伴随着经济的迅猛发展,太湖流域的水环境不断恶化。历史上水源丰富、环境优美的地区逐渐演变成水质型缺水地区。

对一个如此复杂的流域,除了要掌握大量资料外,还必须对太湖流域的历史和现实情况有所了解,才能开发出比较符合实际情况的、能实用的水量水质模型。作者从事与太湖流域有关的研究工作长达 40 余年,所开发的 HOHY2 模型已被广泛应用于太湖流域水量模拟。最近几年,开始将该模型发展为太湖流域河网湖泊、水量水质完全耦合的一体化模型。对一些基本资料的处理,采用了地理信息系统。同时,开发了一个性能强大、使用方便的平台系统。

本书主要是详细介绍模型的原理和方法,也包括了一些基本资料,但主要资料没有包括在内。本书中还包括了作者长期从事太湖流域研究工作中的一些独特的见解,例如:

1. 太湖流域平原区产流模拟中,将产流与地下水位、潜水蒸发和微地形联系在一起。
2. 堰流公式是非线性的,本书提出了一套算法,可以避免堰流公式求解过程中的迭代而直接求解。
3. 来水组成的概念,它可以解决如此复杂河网中水流的来源和去向。

在水质方程求解时,常用的是充分掺混假定,而水质方程中对流作用是主要的,但在数值求解时,对流项的处理比较困难。本书提出了计算断面水质浓度的概念,并且提出了一套水质沿程呈直线变化假定的求解方法。由于比充分掺混假定更符合实际情况,因此精度有所提高。

本书可供科研人员、研究生参考,特别有助于太湖流域模型的开发和研究。

作者
2006 年 2 月

目 录

第一章 太湖流域概况	1
第一节 自然地理	1
第二节 太湖流域水系	1
第三节 太湖流域地表水资源	3
第四节 水利分区	4
第五节 圩区	6
第六节 下垫面	8
第二章 太湖流域降雨产流模拟	10
第一节 模型输入	10
第二节 浅层地下水	11
第三节 太湖流域降雨径流关系研究的途径	14
第四节 水面产水模型	18
第五节 旱地及非耕地产流模型	21
第六节 水稻田产流模型	33
第七节 城市产流模型	37
第八节 平原地区的汇流	43
第九节 平原圩区的产汇流模拟	45
第十节 湖西山丘区产汇流模拟	46
第十一节 浙西山丘区产汇流模拟	48
第三章 太湖流域潮位边界的模拟及预报	53
第一节 潮位过程	53
第二节 太湖流域各外排口门潮位插值	55
第三节 沿江潮位预报	56
第四章 河网、湖泊及人工控制建筑物的概化	58
第一节 过水断面概化	58
第二节 天然河道的概化	61
第三节 人工控制建筑物及其运行方式的模拟	65
第四节 破圩模拟	68
第五章 河网水流运动模拟	71
第一节 基本方程组	71
第二节 节点方程组及其求解方法	75
第三节 河底露滩及临界流等的处理方法	84

第六章 来水组成及对流方程组的数值求解方法	93
第一节 来水组成	93
第二节 基本方程组的非充分掺混求解方法	98
第三节 节点浓度方程及其求解方法	105
第七章 防洪预报调度	111
第一节 预报调度与规划中水动力学模型的异同	111
第二节 预报与校正阶段的产水模型	112
第三节 预报与校正阶段的水量模型	112
第四节 预报调度框架及说明	115
第八章 湖泊二维流场计算	117
第一节 基本方程组及变量布置	117
第二节 二维流场求解	119
第三节 风生流流场计算	125
第四节 一、二维连接	129
第九章 下垫面信息数值化	131
第一节 网格及网格信息	131
第二节 多边形	134
第三节 概化河道产流信息	136
第十章 废水负荷模型	137
第一节 污染负荷路径	137
第二节 污染负荷发生量模拟	138
第三节 污染负荷入河量计算	151
第十一章 水质模型	155
第一节 水体中各类水质组分的相互作用及降解过程	157
第二节 水体中各类水质组分的相互作用及降解过程中的系数	160
第三节 河网一维水质模型基本方程式及其求解方法	162
第四节 太湖准三维水质模型	173
参考文献	177

第一章 太湖流域概况

第一节 自然地理

太湖流域地处我国东部长江口段南侧与钱塘江、杭州湾之间,位于东经 $119^{\circ}08'$ ~ $121^{\circ}55'$,北纬 $30^{\circ}05'$ ~ $32^{\circ}08'$,属于长江右岸最下游的一个支流域。流域北滨长江,南接钱塘江,东临东海,西以天目山、茅山等山区为界。

太湖流域行政区划分属江苏、浙江、上海和安徽三省一市,流域总面积 $36\,895\text{ km}^2$,其中江苏 $19\,399\text{ km}^2$,占 52.6%;浙江 $12\,093\text{ km}^2$,占 32.8%;上海 $5\,178\text{ km}^2$,占 14%;安徽 225 km^2 ,占 0.6%。太湖流域包括苏州、无锡、常州、嘉兴和湖州市,上海市大陆部分及杭州市、镇江市和宣城市的一部分。

太湖流域地势西高东低,以 10 m 等高线(黄海基面,大致相当于吴淞基面 12 m)划分,大致以丹阳—溧阳—宜兴—湖州—杭州—一线为界,分山地丘陵和冲积平原两大部分,西部为低山丘陵,面积 $7\,338\text{ km}^2$,占流域总面积的 20%;东部为冲积平原,面积 $29\,557\text{ km}^2$,占流域总面积的 80%。平原区又可分为两部分:中部平原区 $19\,350\text{ km}^2$,高程一般低于 5 m;沿江滨海平原区 $7\,015\text{ km}^2$,高程一般在 5~12 m。这就形成了周边高、中间低的碟形平原,这是太湖流域地形的最主要特征。自然地形决定了太湖平原排水不畅、洪涝多灾的状况。

太湖流域属亚热带季风气候区,呈现冬季干冷、夏季湿热、四季分明、降雨充沛和台风频繁等气候特点。冬季受西北冷气团侵袭,盛行西北风,气候寒冷干燥;夏季受海洋气团控制,盛行东南风,降水丰沛,气候炎热湿润。春夏之交,暖湿气流北上,冷暖气流遭遇,形成持续阴雨的天气,俗称“梅雨”,大多在 5~7 月份,易引起洪涝灾害。

太湖流域多年平均气温 $15\sim 17^{\circ}\text{C}$,无霜期 230 d 左右;多年平均降水量 $1\,177\text{ mm}$;多年平均水面蒸发量为 821.7 mm 。

太湖流域社会经济高速发展,是我国经济最发达地区之一。2000 年,流域总人口 3 887 万,其中城镇人口 2 583 万,城镇化率(城镇人口/总人口)高达 66.5%。

太湖流域经济总量在全国占有举足轻重的地位。2000 年,太湖流域耕地总面积 156.6 万 hm^2 ,人均耕地面积 0.042 hm^2 ;流域国内生产总值(GDP)9 716 亿元,约占全国的 10.9%,人均 GDP2.5 万元。

第二节 太湖流域水系

太湖流域河道总长约 12 万 km,河道分布密度达 3.25 km/km^2 ,是全国河道最密的地区。太湖流域水系大致以太湖来划分上游和下游。太湖以西为上游地区,有苕溪、合溪、

南溪和洮漏等水系,主要湖泊有洮湖、漏湖及宜兴三洮;太湖以东为下游地区,有黄浦江水系及地区性沿江沿海水系,主要湖泊有阳澄湖、澄湖、淀山湖和昆承湖等。

一、苕溪水系

流域内最有代表性的山区性河流,分东苕溪和西苕溪两支,分别发源于浙西天目山南北麓,流域面积分别为 $2\,274\text{ km}^2$ 和 $2\,267\text{ km}^2$,长度分别为 150 km 和 143 km 。两溪在湖州长杭桥会合,称旄儿港,然后又分汊从长兜港和机坊港入太湖。苕溪水系向东通过頔塘等河道与杭嘉湖平原水网相通。东苕溪东侧是杭嘉湖平原,在天然情况下,水流先由山区入平原,再由平原入湖。20 世纪 60 年代兴建东苕溪导流工程以后,由山区直接沿导流工程入太湖。

二、南溪水系

发源于宜溧山地和茅山丘陵地区,主要由东坝以下的南河、宜溧河和北溪组成,经西洮、团洮和东洮,于太浦口入太湖。南溪干流长约 50 km ,与洮漏水系无明显界限。

三、洮漏水系

发源于江苏茅山山脉,汇镇江、丹阳和金坛一带丘陵岗坡径流,经洮湖、漏湖调蓄后,由宜兴、百渎港和直湖港等入太湖。洮漏水系是由山区和平原河道组成的一个河网,进入平原后以洮湖、漏湖为中心,通过东西向平行的 4 条干河道(槽桥河、太漏河、殷村港和烧香港)排入太湖。同时,又以 4 条南北向主干河道(越渎河、丹金河、扁担河和武宜河)与沿江水系相通。

四、合溪水系

发源于苏浙皖交界的界岭山地,汇合界岭南坡各路来水,在长兴入太湖,集水面积约 640 km^2 。

五、黄浦江水系

黄浦江水系是太湖流域的主要水系,它的上游有三支,分别为:

- 1) 北支为斜塘。通过泖河、拦路港、太浦河与淀山湖、太湖相通,纳淀泖区和太湖来水。
- 2) 中支园泄泾。上接俞汇塘、红旗塘和三店塘,向西直抵江南运河。主要宣泄杭嘉湖平原北部和西部来水,入黄浦江,是杭嘉湖平原最低洼区的一条主要河道。
- 3) 南支大泖港。主要宣泄沪杭线以南杭嘉湖平原东部平湖塘地区水量。

三支来水汇合于黄浦江上游竖潦泾,以下始称黄浦江,先向东,在闸港处转向北,在上海市中心市区纳苏州河,于吴淞口注入长江,全长约 80 km 。

太湖流域沿江沿海所有口门均设闸控制,惟独吴淞口是畅开的。黄浦江是一条中等强度的感潮河流,潮流界一般可上溯至淀山湖及浙沪边界,潮区界可达苏嘉运河平湖塘一带。

六、沿江水系

沿江水系河道全部都是南北向的,主要有九曲河、新孟河、德胜港、澡港、新沟河、夏港、锡澄运河、白屈港、十一圩港、张家港、望虞河、常浒河、白茆塘、七浦塘、杨林塘和浏河等 16 条。沿江水系南抵江南运河,河道较短,是长江与江南大运河之间的主要通道。

七、沿海水系

沿海水系包括浦东沿海和杭嘉湖平原南部的一些入海河道,自北向南有浦东区的川杨河、大治河和金汇港;杭嘉湖平原的南台头、长山河、盐官下河和盐官上河。

八、人工河道

太湖流域最大的人工河道为江南大运河,它北起镇江的谏壁,经常州、无锡、苏州和嘉兴,直至杭州,全长 312 km,它贯通了流域内河湖和长江,在太湖流域的排水、引水、灌溉和运输中起着十分重要的作用。

望虞河和太浦河是两条对太湖流域的引水和泄洪起着至关重要作用的人工河道。

九、湖泊和水库

太湖流域内湖泊众多,现有水面面积在 0.5 km^2 以上的大小湖泊 189 个,水面总面积为 $3\,159.0 \text{ km}^2$,蓄水量为 57.68 亿 m^3 ,湖泊率为 8.6%。太湖流域的湖泊全部都是浅水湖泊,平均水深小于 2 m。湖泊面积大于 10 km^2 的湖泊有 10 个:太湖、滆湖、阳澄湖、洮湖、淀山湖、澄湖、宜兴三洩、昆承湖、元荡和独墅湖,合计面积为 $2\,861.5 \text{ km}^2$,占湖泊总面积的 90.6%;蓄水容积 51.2 亿 m^3 ,占全部湖泊总蓄水容积的 88.8%。

太湖流域共有 20 座大、中型水库,主要集中在流域西部。其中大型水库 7 座(江苏省 3 座:沙河水库、大溪水库和横山水库;浙江省 4 座:青山水库、对河口水库、赋石水库和老石坎水库)。中型水库 13 座(江苏省 6 座,浙江省 7 座)。此外,还有小型水库 386 座和塘坝 59 124 座。全流域蓄水工程总库容为 18.31 亿 m^3 ,其中大型水库总库容为 10.57 亿 m^3 ,中型水库总库容为 2.48 亿 m^3 ,小型水库总库容为 2.61 亿 m^3 ,塘坝总库容为 2.65 亿 m^3 。

第三节 太湖流域地表水资源

一、太湖流域地表水资源量

太湖流域 1956—2000 年多年平均降水总量为 434.4 亿 m^3 ,折合降雨深为 1 177.3 mm。汛期为 5~9 月,平均降雨量占年降雨量的 60%。

太湖流域 1956—2000 年多年平均地表水年径流量为 161.4 亿 m^3 ,折合年径流深为 437.6 mm。最大值出现在 1999 年,达 327.8 亿 m^3 (折合径流深为 888.5 mm);最小值出现在 1978 年,为 25.7 亿 m^3 (折合径流深为 69.6 mm),最大年径流量与最小年径流量之比达 12.8。太湖流域多年平均年径流系数为 0.37。

年径流主要集中在 4~9 月,汛期(5~9 月)径流量占年径流量的 55%~85%。

二、太湖流域地表水资源质量

1. 河流水质

2000 年对太湖流域 4 037.8 km 的河长进行了评价。全年期综合评价水质为 II 类的河长占总评价河长的 2.9%,III 类占 12.74%,IV 类占 21.12%,V 类占 9.75%,劣 V 类占

53.48%。Ⅰ—Ⅲ类河长仅占总评价河长的15.65%，超标河长达84.35%。

主要污染河流：有江南运河、黄浦江、望虞河、淀浦河、蕴藻浜、苏州河、锡澄运河、太浦运河、漕桥河和武宜运河等。主要超标项目为氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量等。

2. 湖泊、水库水质

太湖湖区全年期Ⅲ类水质面积为2151.5 km²，占92.0%；Ⅳ类水质面积为56.7 km²，占2.4%；Ⅴ类水质面积为124.0 km²，占5.3%；劣Ⅴ类水质面积为5.8 km²，占0.3%。其中五里湖、梅梁湖水质较差，为Ⅴ类—劣Ⅴ类；竺山湖水质一般，为Ⅳ类；贡湖、湖心区、东部沿岸、西部沿岸和南部沿岸水质较好，为Ⅲ类；东太湖水质最好，为Ⅱ—Ⅲ类。太湖营养化程度为富营养。

洮湖、阳澄湖水质为Ⅲ类；漏湖为Ⅳ类；淀山湖为Ⅲ—Ⅴ类（大部分为Ⅳ类）。

7个大型水库：有沙河、大溪、横山、赋石、老石坎、对河口和青山，水质基本处于Ⅱ类，水质较好，无污染。横山和青山水库为富营养程度，其他水库为中富营养程度。

第四节 水利分区

太湖局根据地形及水系特点，为了防洪除涝的需要，将整个太湖流域划分成8个水利分区，表1-1为太湖流域水利分区。

表 1-1 太湖流域水利分区表

分区名称	面积(km ²)	地形状况	四周界线				排水出路
			东	西	南	北	
湖西区	7 897	山地、丘陵、平原	湖西控制线、太湖	茅山分水岭	苏浙省界	长江	入太湖，入长江，少量入武澄锡区
浙西区	5 931	山地、丘陵、平原	东导流堤线	天目山分水岭	天目山分水岭	苏浙省界，太湖	入太湖，少量入杭嘉湖
太湖区	3 192	水面、山丘	淀泖区	湖西区、浙西区	杭嘉湖区	武澄锡区	专道入长江，专道入黄浦江
杭嘉湖区	7 480	平原	大泖港、张泾塘	东导流堤线	杭州湾	太湖、太浦河	入太湖泄洪道，入杭州湾，入黄浦江
武澄锡区	3 615	平原、山丘	望虞河	湖西控制线	太湖	长江	入长江，入太湖，少量入阳澄区
阳澄淀泖区	4 314	平原	青松包围线	望虞河	太浦河	长江	入长江，入黄浦江
浦东区	2 301	平原	杭州湾	黄浦江	大泖港，省市界	长江	入黄浦江，入杭州湾，入长江
浦西区	2 165	平原	黄浦江	青松包围线	黄浦江	长江	入黄浦江，入长江
合计	36 895						

注：资料摘自参考文献[1]。

对于数学模拟而言，8个分区面积太大，没有按照地形特点来分区，给模拟计算及精度带来一些麻烦，例如：

- 1) 在一个分区中有山丘区与平原区，山丘区与平原区在数学模拟方法上有很大差别。
- 2) 分区面积太大，有些要素在空间上分布的不均匀性反映不出。例如，下垫面特性、降

水的分布等。

因此,在数学模拟计算中,在 8 个水利分区基础上,进一步划分为山丘区和平原区,山丘区根据子流域划分为 20 个片(湖西山丘区与浙西山丘区各 10 个片),平原区划分为 16 个片及 3 个自排片,称为水利计算分片,如图 1-1 所示。

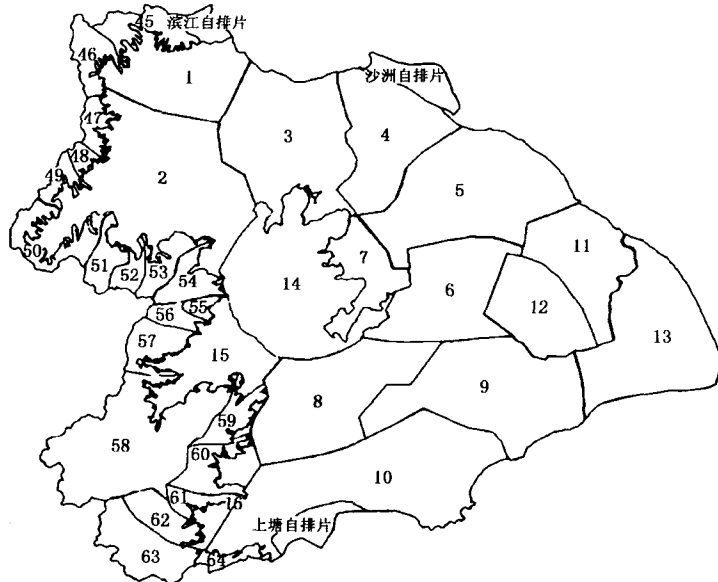


图 1-1 太湖流域水利分区图

水利计算分片是在太湖局 8 个水利分区基础上进一步细分的,两者之间的关系如表 1-2 所示,图 1-1 为太湖流域水利分区图。

表 1-2 水利分区与水利计算分片

水利分区	水利计算分片		面积 (km ²)	说 明
	类 型	编码及名称		
湖西区	山丘	45~54(10 个分片)	2 501.8	茅山、宜溧山区分水线至平原界
	平原	1. 运河片	1 211.8	
	自排	2. 洮漏片	3 856.1	
武澄锡区	平原	3. 武澄锡低片	297.5	运河片北沿长江一带
	平原	4. 武澄锡高片	1 767.6	
	自排	沙洲自排片	1 431.4	
阳澄淀泖区	平原	5. 阳澄片	415.7	澄锡虞高片北边沿江一带
	平原	6. 淀泖片	2 572.2	
太湖区	平原	7. 湖滨片	1 741.9	
	平原	14. 湖面与岛屿	765.0	
杭嘉湖区	平原	8. 运西片	2 427.0	
	平原	9. 运东片	1 980.9	
	平原	10. 南排片	2 089.8	
	自排	上塘自排片	3 068.8	
			340.7	南排片以南上塘河与钱塘江之间

(续 表)

水利分区	水利计算分片		面积 (km ²)	说 明
	类 型	编 码 及 名 称		
浦西区	平原	11. 浦西片	1 316.0	长兴、苕溪山区及南排片山丘区
	平原	12. 青松大包围片	758.2	
浦东区	平原	13. 浦东片	2 301.3	
	山丘	55~64(10个分片)	4 728.2	
浙西区	平原	15. 长兴片	633.0	
	平原	16. 苕溪平原片	690.1	
合计			36 895.0	

注:资料摘自《太湖流域土地利用社会经济发展现状与预测》,1999年。

在以后章节中,使用的都是水利分片的概念,但在习惯上却仍叫水利分区。

第五节 圩 区

太湖流域中部平原,地势低洼。遇江潮倒灌或降雨,这些洼地周围河道水位上涨,淹没洼地。同时,洼地本身也是降雨的积涝之处。为了开发洼地,在洼地周围筑堤挡水,形成圩区。

太湖流域有3种形式的圩区。

1) 圩。圩是人们沿低洼地区周边修筑堤坝,将洼地与外界围隔开来,被围洼地(称圩子)内的河道水面通过闸门和泵站与圩外河道进行水量交换。

2) 斗。与圩不同之处是一边、二边或三边是山脊线,在低洼沿河的一面修筑圩堤,在高处与山脊线相联形成的圩区称斗。斗一般分布在太湖流域的西部山丘区,斗内的高差一般较大,与圩区类似,在低洼的一边也有泵站和水闸控制斗内水量与外河的交换。

3) 大包围。沿一个区域周边的所有河道口门处建闸及泵站形成封闭的包围区域,这些闸和泵站控制着所包围的区域与外界河网的水量交换。大包围的面积比一般圩子的面积要大得多,例如,上海浦东大包围面积达2 301 km²。上海市的圩区基本上是大包围形式,太湖流域在上海市所属范围内,建有嘉北、蕴南、青松、浦东、淀南和淀北等大包围。

在没有形成大包围之前,已经有圩子存在了。例如,上海的嘉定地区和松江、青浦县。后来又开发成大包围,大包围范围内原有的圩区有的保存下来,变成了二级圩子。

大包围形式的圩区在太湖流域内仍有发展的趋势,例如,在太湖流域二次防洪规划中,对于苏州市、无锡市等大城市的中心城区防洪标准要提高到两百年一遇。城市本身又受太湖洪水包围,要提高中心城市河道两岸的堤防高度又有困难,因此只好采用大包围形式,在防洪圈周边建闸控制。同时,配备大功率的泵站,将危及包围圈内防洪安全的洪水量抽到包围圈外。

由于大包围面积较大,大包围内水流、水质亦必需模拟。对于构成大包围的这些闸、泵站而言,其模拟计算的方法与其他闸、泵站完全相同。因此,在太湖流域数学模拟中不把大包围作为圩区处理。

太湖流域圩区(不包括大包围,下同)分布见图1-2,面积统计见表1-3。

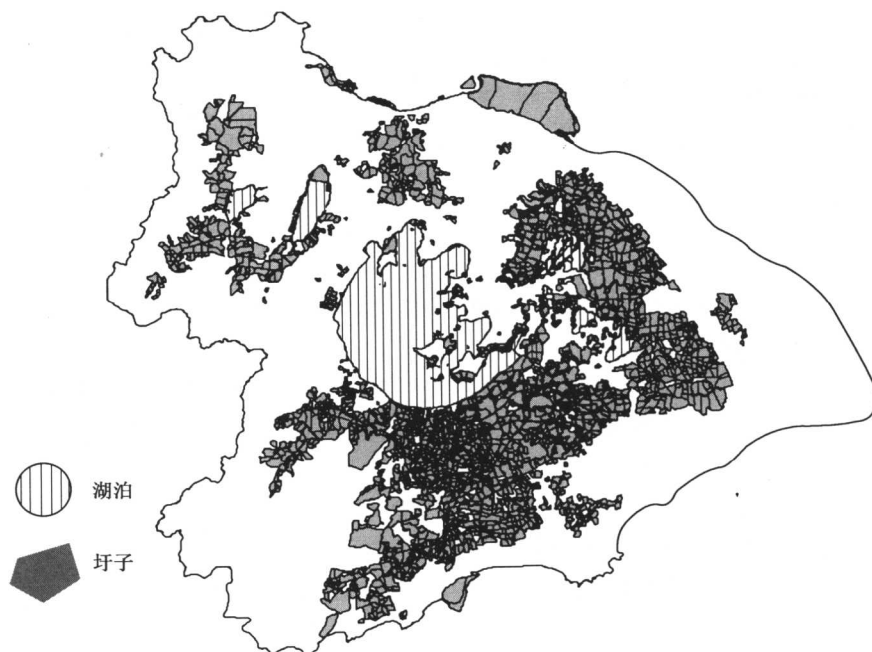


图 1-2 太湖流域圩区分布图

表 1-3 圩区分布表

水利计算分片	圩区面积(km ²)	圩区率(%)	圩区一般地面高程(m)	历史最高水位(m)
1. 运河片	215.2	17.7	5~6	丹阳 7.63
2. 洮涌片	1 346.9	34.9	4~5	王母观 6.11
3. 武澄锡低片	664.6	39.6	3.5~4.5	青阳 5.29
4. 武澄锡高片	37.7	2.7		
5. 阳澄片	1 279.1	49.7	3~3.5	常熟 4.26
6. 淀柳片	685.3	39.9	3~4	平望 4.39
7. 湖滨片	143.0	18.7		
8. 运西片	1 531.5	68.2	3~4	新市 5.4
9. 运东片	657.3	84.4	3~3.5	嘉兴 4.67
10. 南排片	1 212.2	62.2	4~5	
11. 浦西片				
12. 青松片				
13. 浦东片				
14. 湖面与岛屿	0	0		太湖 5.08
15. 长兴片	416.0	65.7		太湖 5.08
16. 苕溪平原片	352.6	51.1		德清 6.24
合 计	8 541.4			

注:1. 资料摘自参考文献[1]。

2. 由于山丘区无圩区统计资料,假定长兴片和苕溪片的圩区集中在平原(下同)。

3. 杭嘉湖地区圩区面积根据调查作了修正。

当圩外河道水位不影响圩内防洪除涝时,圩区的涵洞、闸门是敞开的,圩内、外是连通的。只有当圩外河道水位超过一定高程影响圩子内安全时,才运行涵洞、闸门和泵站等控制建筑物,使圩子内的水位维持在一定的适宜水位。从调蓄水量角度来看,圩内、外水面的调蓄作用

是不一样的,圩外水面随河道洪水位同涨同落,真正起到了调蓄太湖流域洪水的作用。圩内水面虽然也有一定幅度的变化,但这种变化幅度不大,一般为 0.5 m 左右,对圩区的产水过程起到调蓄作用。在流域洪水来临前,圩内水位可能已达适宜水位上限,在不破圩的情况下,对调蓄全流域洪水作用不大。这就是太湖流域数学模型中重视并区分圩区与非圩区的原因。

第六节 下 垫 面

太湖流域土地利用情况,对于数学模型中的产水量、产污量等模拟十分重要,是产水量、产污量模拟计算中的基础资料。

根据《全国土地利用现状调查技术规程》公布的“全国土地利用现状分类系统”,将土地分为 8 个一级类型,88 个二级类型。如此详细的分类不仅资料难以取得,模型中也很难反映各种下垫面之间的差别。

太湖流域数学模型中将太湖流域下垫面分成 4 类。

1) 水面:包括河流、湖泊、水库和塘坝等。

2) 水田:有水源保证和灌溉设施,能经常灌水,用以种植水稻、莲藕、席草、茭白和茨菇等水生作物的耕地。

3) 旱地及非耕地:除水田以外的其他耕地,包括水浇地、旱地、望天田和菜地。将未利用地,如荒草地、盐碱地、沼泽地、裸土地和田坎等也包括在这一类中。

4) 城镇:包括城市、集镇、农村居民点、工矿、国防、名胜古迹及学校等企事业单位用地和铁路、公路及其附属设施。

太湖流域山丘片下垫面分布如表 1-4 所示。

表 1-4 山丘区下垫面分布)

分片编码	分片面积(km ²)	水面(km ²)	水田(km ²)	旱地及非耕地(km ²)	城镇(km ²)
45	538.1	7.6	129.9	238.6	162.0
46	373.4	6.1	90.6	264.5	12.3
47	121.9	1.2	26.1	81.9	12.7
48	88.9	1.1	23.8	60.7	3.4
49	97.4	0.8	31.0	61.3	4.4
50	451.1	12.1	113.6	309.4	16.0
51	251.3	3.6	18.5	219.7	9.4
52	162.0	3.7	11.8	140.4	6.0
53	238.1	1.5	15.9	212.5	8.1
54	179.6	1.3	13.1	158.4	6.7
55	80.1	0.8	5.5	71.1	2.8
56	288.0	4.6	19.7	253.7	10.0
57	351.1	5.5	23.5	310.1	12.0
58	2 041.8	38.5	139.9	1 772.0	91.3
59	221.0	2.3	15.1	195.8	7.7
60	318.5	4.2	21.8	281.3	11.2
61	284.7	4.2	19.5	251.1	10.0
62	205.5	1.7	14.1	182.5	7.2
63	817.0	7.6	56.0	724.8	28.6
64	120.4	1.1	8.3	106.8	4.2
合计	7 229.9	109.6	797.7	5 896.6	426.0

注:资料摘自《太湖流域土地利用社会经济发展现状与预测》,1999 年。

太湖流域平原各片下垫面分布如表 1-5 所示。

表 1-5 平原区下垫面分布

编码及分片名		分片面积(km ²)	水面(km ²)	水田(km ²)	旱地及非耕地(km ²)	城镇(km ²)
1. 运河片	圩外	996.6	27.9	510.2	176.2	282.3
	圩内	215.2	14.5	101.8	79.5	19.4
2. 洮滬片	圩外	2 509.2	398.5	1 034.6	626.5	449.6
	圩内	1 346.9	107.8	714.2	409.8	115.1
3. 武澄锡低片	圩外	1 103	75.8	155.3	419.4	452.5
	圩内	664.6	53.2	380.2	210	21.2
4. 武澄锡高片	圩外	1 393.7	106.5	590.7	337.3	359.2
	圩内	37.7	2.7	20.4	8.9	5.7
5. 阳澄片	圩外	1 293.1	259.3	262	290.5	481.3
	圩内	1 279.1	131.8	590.5	487	69.8
6. 淀泖片	圩外	1 056.6	350.8	248.2	84	373.6
	圩内	685.3	78.8	441.2	102.5	62.8
7. 滨湖片	圩外	622	33.7	5.4	476.6	106.3
	圩内	143	6.9	45.1	74.2	16.8
8. 运西片	圩外	449.4	131	89.9	123	105.5
	圩内	1 531.5	99.6	714.9	584.2	132.8
9. 运东片	圩外	1 432.5	171.9	727.8	404.2	128.6
	圩内	657.3	72.6	371.1	178.4	35.2
10. 南排片	圩外	1 856.6	205.6	629.1	893	128.9
	圩内	1 212.2	122.8	616.8	346.8	125.8
11. 浦西片	圩外	1 316	68.4	400.1	330.3	517.2
	圩内	0	0	0	0	0
12. 青松片	圩外	785.2	77.7	442.0	131.9	133.5
	圩内	0	0	0	0	0
13. 浦东片	圩外	2 301.2	216.3	508.6	971.1	605.2
	圩内	0	0	0	0	0
14. 湖面及岛屿	圩外	2 427	2 338.1	43.8	9.3	35.9
	圩内	0	0	0	0	0
15. 长兴片	圩外	217	37.7	63	48.7	78.5
	圩内	416	18.2	200.7	134.8	51.3
16. 苕溪平原片	圩外	334.5	48.3	60.5	180.1	47.6
	圩内	352.6	22.2	96.8	178	55.9
合计	圩外	20 093.6	4 547.5	5 771.1	5 502.1	4 285.7
	圩内	8 541.4	731.1	4 293.7	2 794.1	711.8

注:1. 资料摘自《太湖流域 1954、1991 典型年产量水量分析计算报告》,1999 年。

2. 浦西片、青松片和浦东片大包围全部不作圩区处理。