

太湖流域综合调度 促进河湖有序流动的研究与实践

TAIHU LIUYU ZONGHE DIAODU
CUJIN HEHU YOUXU LIUDONG DE YANJIU YU SHIJIAN

李敏 吴时强 展永兴 庄志伟 等 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

太湖流域综合调度 促进河湖有序流动的研究与实践

李敏 吴时强 展永兴 庄志伟 等 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

太湖流域社会经济发达,城镇化率高,流域内河流纵横交错,水利工程众多,是我国典型的平原河网地区,科学合理的工程调度对于促进河湖有序流动,保障流域防洪、供水和水生态环境安全具有十分重要的意义。本书系统回顾了太湖流域调度的发展演变历程,总结梳理了流域调度存在的难点和需求,研究构建了太湖流域综合调度的评价指标体系,探索提出了太湖综合调度目标以及流域河道工程调度优化建议,深入阐述了河湖有序流动的水环境响应机制,并提出了面向防洪、供水、水生态环境“三个安全”的太湖流域综合调度方案和管理建议,为太湖流域综合治理体系建设和水治理能力的提升提供了技术支撑。

本书可供关心和研究太湖流域综合调度与河湖有序流动的技术人员借鉴和参考,也可供水资源管理与保护、水利规划、流域综合治理等水行政主管部门的管理人员和相关大专院校的师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

太湖流域综合调度促进河湖有序流动的研究与实践 /
李敏等著. — 北京:中国水利水电出版社, 2018.8
ISBN 978-7-5170-6792-4

I. ①太… II. ①李… III. ①太湖—流域—水库调度—研究 IV. ①TV697.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第205284号

书 名	太湖流域综合调度促进河湖有序流动的研究与实践 TAIHU LIUYU ZONGHE DIAODU CUJIN HEHU YOUXU LIUDONG DE YANJIU YU SHIJIAN
作 者	李敏 吴时强 展永兴 庄志伟 等 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京合众伟业印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 23印张 545千字
版 次	2018年8月第1版 2018年8月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	98.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

平原河网地区河流水系发达，一般地势较为低平，自然状态下水流相互沟通，连成一片，易渍涝成灾。区域通过实施海塘、湖堤、圩田、运河、堰、闸、泵等多种形式的水利设施，抵御了洪涝灾害，促进了地区发展。随着经济社会的快速发展和城市化进程的日益加快，地区水资源需求也随之不断增长，通过对已建水利工程实施综合调度，促进自然—人工复合水网体系运转，维持促进水体有序流动，提高水安全保障能力，日渐成为平原河网地区亟须攻克的难题。

太湖流域是我国典型的平原河网地区，地处长江三角洲南翼，北依长江，东临东海，南滨钱塘江，西以天目山、茅山为界，是长三角核心地区，也是我国大中城市最密集、经济最具活力的地区。流域内河网如织、湖泊棋布，独特的平原河网为流域经济社会发展提供了良好的水利条件，也决定了流域防洪、水资源、水环境等问题的复杂性、艰巨性和长期性。为解决流域洪水排泄问题，流域内开展了大量的水利工程建设，形成了流域范围内长江、太湖、天然河道、人工河道、流域治理骨干工程、闸、坝及其他配套工程集一体的多尺度、多层次、多目标的复杂江河湖水系，也初步实现了“北向长江引排、东出黄浦江供排、南排杭州湾且利用太湖调蓄”的流域防洪与水资源调控工程体系，为统筹流域和区域的防洪以及水资源调度奠定了基础。

近年来，随着流域经济社会的快速发展，太湖流域综合治理不断推进，流域水利工程调度理念也逐步升华，初步实现了“四大转变”，即从洪水调度向资源调度转变，从汛期调度向全年调度转变，从水量调度向水量水质统一调度转变以及从区域调度向流域与区域相结合的调度转变，流域水利工程调控在保障流域防洪安全、供水安全和水生态环境安全中的作用愈加明显。流域经济社会发展的不同阶段，对防洪、供水和水生态环境安全有不同的需求和侧重，流域调度管理也应紧紧围绕经济社会发展需求不断调整与优化。新形势下，太湖流域的水利改革发展对流域综合调度提出了更高的要求，如何充分发挥水利工程体系的综合作用，构建面向防洪、供水、水生态环境“三个安全”（以下简称“三个安全”）的流域综合调度模式，促进流域实现科学调度、精细调度，是一个值得研究的课题。2015年，太湖流域管理局水利发展研究中心联合南京水利科学研究院、江苏省太湖水利规划设计研究院有限公司、江苏省水文水资源勘测局苏州分局共同申报并获批水利部公益性行业科研专项“太湖流域综合调度及河湖有序流动技术研究（201501015）”，旨在通过建立太湖流域综合调度目标和指标体系，探索基于河湖水体有序流动的水环境调度关键技术，优化流域现状调度方案，构建面向“三个安全”的流域综合调度模式，统筹协调流域防洪、供水与水生态环境改善的不同目标，实现工程体系联动与调度目标联动，促进水生态系统良性循环发展，为实现流域“科学调度、精细调度”、更好地发挥水利工程调度的

综合效益提供技术支撑,为建设流域水生态文明、实现以水资源可持续利用支撑经济社会可持续发展提供基础保障。

本书以“太湖流域综合调度及河湖有序流动技术研究”项目研究成果为基础,结合其他相关研究成果编著而成。全书共分13章,第1章简述太湖流域概况、近年来治理与管理成效以及项目研究背景;第2章综述国内外对于综合调度、河湖水体有序流动、调度实践等相关研究的进展;第3章概述全书的研究目标、思路、方法、研究工况、典型年、研究工具等,并总结提出太湖流域综合调度及河湖水体有序流动内涵;第4章在总结太湖流域调度演变历程和实践的基础上,分析提出现状调度方案存在的问题及研究需求;第5章分析太湖流域现状调度情况下流域、区域河湖水体流动情况;第6章在太湖流域及区域综合调度目标与指标分析基础上,构建太湖流域综合调度评价指标体系,研究提出评价方法;第7章~第9章,基于流域重点河湖的调度需求,分别研究提出太湖防洪、供水、水生态环境调度等综合调度目标及优化控制建议,以及流域骨干河道工程太浦河工程和望虞河工程的调度优化建议;第10章研究提出有利于湖西区、武澄锡虞区、阳澄淀泖区和杭嘉湖区区域河网水体有序流动和水环境改善的调度方案;第11章以阳澄淀泖区为典型示范区域,开展区域有序流动调度实践的水量水质原位观测试验,分析验证河湖水体有序流动与水环境调度的响应机制;第12章研究提出面向“三个安全”的太湖流域综合调度方案,并进行效果分析;第13章总结项目研究成果及创新性,并提出展望。

本书由李敏、李蓓统稿,第1章由李敏、蔡梅、杨文晶撰写,第2章由蔡梅、陆志华、钱旭、戴江玉撰写,第3章由李敏、蔡梅、王元元撰写,第4章由陆志华、钱旭、马农乐撰写,第5章由李蓓、马农乐撰写,第6章由吴时强、吴修锋、戴江玉、李蓓、陆志华撰写,第7章由李敏、陆志华、龚李莉、李勇涛撰写,第8章由李敏、王元元、马农乐、钱旭撰写,第9章由李蓓、陆志华、龚李莉、蔡梅撰写,第10章由展永兴、吴小靖、李灿灿、汪院生、王元元、马农乐撰写,第11章由庄志伟、杨金艳、白瑞泉、蔡晓钰、王元元、李勇涛撰写,第12章由李敏、李蓓、陆志华撰写,第13章由李敏、李蓓、王元元撰写。

研究工作得到了水利部太湖流域管理局、苏州市水务局、河海大学、上海勘测设计研究院有限公司、上海东南工程咨询有限责任公司等单位领导、专家的大力支持和指导,同时也感谢参与本项目研究工作的何建兵、刘克强、潘明祥、向美焘、韦婷婷、诸发文、周杰、薛万云、贾本有、杨倩倩、吴心艺、沙鹏、夏熙、秦灏、梁庆华、朱林、岳晓红、唐仁、许仁康、钮锋敏、陆建伟、李明、谈剑宏、周红兵、徐勇、俞茜、钱伟忠、杨惠、王谦、姜宇、朱文英等的合作和帮助。本项目研究全程得到了太湖流域管理局原局长、教授级高级工程师王同生,太湖流域水资源保护局原局长、教授级高级工程师房玲娣的指导与帮助,在此深表谢意。

鉴于太湖流域河湖水系复杂,平原河网地区水利工程调度涉及因素众多,研究工况尚在不断完善中,典型年具有一定局限性,调度方案设计仍有诸多不确定因素,加之作者水平有限,书中难免有偏颇、遗漏和不妥之处,恳请广大读者和同行批评指正、交流探讨,以利后续深入研究。

作者

2017年12月

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 研究背景	1
1.2 流域概况	2
1.2.1 自然概况	2
1.2.2 河湖水系及水利分区	3
1.2.3 经济社会概况	6
1.2.4 水资源开发利用与典型水旱灾害	6
1.2.5 流域治理与管理概况	8
第 2 章 国内外研究进展	11
2.1 调度理论研究	11
2.1.1 防洪调度	11
2.1.2 供水调度	13
2.1.3 水生态环境调度	16
2.1.4 综合调度	19
2.2 调度实践研究	22
2.2.1 国外综合调度实践及特点	22
2.2.2 国内综合调度实践及特点	23
参考文献	25
第 3 章 研究方法及相关概念界定	29
3.1 研究目标、思路与技术路线	29
3.1.1 研究目标	29
3.1.2 研究思路	29
3.1.3 技术路线	29
3.2 研究内容与相关基础条件	32
3.2.1 研究范围与水平年	32
3.2.2 研究内容	32
3.2.3 水文典型年	33
3.2.4 研究工况	34
3.2.5 研究工具	34

3.3 流域综合调度及平原河网水体有序流动内涵研究	35
3.3.1 太湖流域综合调度的内涵	35
3.3.2 太湖流域平原河网水体有序流动的内涵	38
参考文献	39
第4章 流域现状调度分析	40
4.1 流域调度演变历程	40
4.1.1 调度方案制定过程	40
4.1.2 调度理念转变	41
4.1.3 调度目标调整	42
4.2 流域现状调度方案	42
4.2.1 流域调度	42
4.2.2 区域调度	42
4.2.3 城市调度	43
4.3 流域现状调度实践	43
4.3.1 流域调度	43
4.3.2 区域调度	45
4.3.3 城市尺度水环境改善调水试验	47
4.4 流域调度存在的问题及研究需求	48
4.4.1 太湖流域综合调度存在问题分析	48
4.4.2 研究需求分析	50
参考文献	51
第5章 流域河湖水体流动情况分析	52
5.1 河湖水系连通性评价	52
5.1.1 评价方法	52
5.1.2 评价结果	54
5.2 流域总体水体流动情况	56
5.3 区域河网水体流动情况	58
5.3.1 湖西区	58
5.3.2 武澄锡虞区	59
5.3.3 阳澄淀泖区	60
5.3.4 杭嘉湖区	61
5.3.5 浙西区	62
5.4 综合分析	63
参考文献	64
第6章 流域综合调度评价指标体系研究	65
6.1 流域及区域综合调度目标与指标分析	65
6.2 流域综合调度评价指标体系构建	66

6.2.1	指标体系总体框架	67
6.2.2	指标选取原则及候选指标	68
6.2.3	评价指标筛选分析	69
6.2.4	调度评价指标计算方法及评分标准确定	70
6.3	流域综合调度评价方法	75
6.3.1	层次分析法	75
6.3.2	指标体系权重分析	78
	参考文献	86
第7章	太湖调度优化研究	87
7.1	太湖综合调度目标研究	87
7.1.1	防洪调度目标	87
7.1.2	供水调度目标	88
7.1.3	水生态环境调度目标	89
7.1.4	典型年不同水情期太湖综合调度目标	91
7.2	太湖防洪与供水调度控制要求优化研究	92
7.2.1	太湖现状控制水位时段优化	92
7.2.2	太湖雨洪资源利用可行性分析	106
7.2.3	推荐调度方案效果分析	116
7.3	太湖水生态环境调度控制要求探索	127
7.3.1	太湖与出入湖河道水体有序流动的联动效应分析	127
7.3.2	太湖水质类指标增加的可行性分析	136
7.4	小结	140
	参考文献	140
第8章	太浦河调度优化研究	142
8.1	太浦河防洪调度优化研究	142
8.1.1	优化需求分析	143
8.1.2	太浦闸不同泄量影响分析	145
8.1.3	扩大杭嘉湖区排涝研究	147
8.1.4	太浦河防洪调度优化研究	155
8.2	太浦河供水调度优化研究	159
8.2.1	优化需求分析	159
8.2.2	太浦河供水调度优化研究	160
8.3	小结	174
	参考文献	174
第9章	望虞河调度优化研究	175
9.1	望虞河一走马塘联合调度优化方向分析	175
9.1.1	望虞河一走马塘联合调度需求分析	175

9.1.2	望虞河—走马塘联合调度单因素优化分析	184
9.1.3	联合调度单因素优化方案效果分析	184
9.2	望虞河—走马塘联合调度优化方案分析	192
9.2.1	联合调度优化方案设计	193
9.2.2	联合调度优化方案效果分析	193
9.3	小结	200
	参考文献	200
第 10 章	区域水体有序流动研究	201
10.1	代表站选择及调度目标参数拟定	201
10.1.1	代表站选择	201
10.1.2	调度目标参数拟定	204
10.2	湖西区水体有序流动的水量水质响应关系	209
10.2.1	有序流动总体格局分析	209
10.2.2	有序流动调度方案设计	209
10.2.3	方案效果分析	212
10.2.4	推荐方案	215
10.3	武澄锡虞区水体有序流动的水量水质响应关系	216
10.3.1	有序流动总体格局分析	216
10.3.2	有序流动调度方案设计	217
10.3.3	方案效果分析	221
10.3.4	推荐方案	223
10.4	阳澄淀泖区水体有序流动的水量水质响应关系	224
10.4.1	有序流动总体格局分析	224
10.4.2	有序流动调度方案设计	225
10.4.3	方案效果分析	229
10.4.4	推荐方案	232
10.5	杭嘉湖区水体有序流动的水量水质响应关系	233
10.5.1	有序流动总体格局分析	233
10.5.2	有序流动调度方案设计	235
10.5.3	方案效果分析	236
10.5.4	推荐方案	238
10.6	小结	239
	参考文献	239
第 11 章	典型示范区域有序流动工程调度实践	240
11.1	调水试验方案及实施	240
11.1.1	区域概况	240
11.1.2	调水试验方案及实施情况	243

11.2 非汛期水量水质监测成果分析	248
11.2.1 水雨情	248
11.2.2 引排水量及流速	250
11.2.3 水流格局	253
11.2.4 河网水质	255
11.2.5 综合分析	270
11.3 汛期水量水质监测成果分析	271
11.3.1 水雨情	271
11.3.2 引排水量及流速	273
11.3.3 水流格局	277
11.3.4 河网水质	278
11.3.5 综合分析	286
11.4 有序流动效果与规律分析	286
11.4.1 监测指标相关性分析	287
11.4.2 监测成果与模拟成果对比分析	288
11.5 小结	290
参考文献	290
第 12 章 太湖流域综合调度研究	291
12.1 面向“三个安全”的太湖综合调度方案研究	291
12.1.1 太湖综合调度方案设计	292
12.1.2 太湖综合调度方案效果分析	293
12.1.3 流域骨干河湖综合调度控制要求	304
12.2 面向“三个安全”的流域综合调度方案研究	306
12.2.1 太湖流域综合调度方案设计	306
12.2.2 太湖流域综合调度方案效果分析	310
12.3 太湖流域综合调度效果分析	339
12.3.1 效益与风险分析	339
12.3.2 综合调度效果评价	344
12.4 太湖流域综合调度方案优化建议	348
12.4.1 太湖流域综合调度原则	348
12.4.2 调度优化建议	349
参考文献	351
第 13 章 成果与展望	352
13.1 主要研究成果	352
13.2 成果创新性	356
13.3 展望	357

第 1 章 概述

太湖流域河流纵横交错,湖泊星罗棋布,是典型的平原河网地区。针对太湖流域平原河网典型特色,研究流域综合调度促进河湖水体有序流动,需根据太湖流域实际情况开展。本章简述综合调度研究开展的背景,并从自然地理、河湖水系、经济社会、水资源开发利用、流域治理与管理等方面入手,介绍流域基本情况及开展调度研究的基础条件。

1.1 研究背景

太湖流域是以太湖为中心的一个相对独立的封闭区域,是长江下游的支流区,除局部山丘区外,主要为典型的平原河网地区(占 78%)。流域内河流纵横交错,湖泊星罗棋布,地势低平,河道坡降小,且北、东、南三面受长江和杭州湾水位影响及潮汐顶托,水流流向往复、流速缓慢。经过大量水利工程建设,太湖流域已初步形成了北向长江引排、东出黄浦江供排、南排杭州湾且利用太湖调蓄的流域防洪与水资源调控工程体系,为统筹考虑流域和区域、防洪和水量调度奠定了基础。

近年来,随着太湖流域治理不断推进、经济社会快速发展和水利工程调度理念逐步升华,流域水利工程调控在保障流域防洪安全、供水安全和水生态环境安全中的作用愈加明显。科学调度水利工程是合理调控流域洪涝、改善水资源与水环境条件、发挥水利工程减灾兴利综合效益的重要手段,对实现流域综合治理目标,保障流域及区域防洪、供水和水生态环境安全具有重要作用。在不同的发展阶段,流域水利工程调控能力及经济社会发展对防洪、供水和水生态环境安全有不同的需求和侧重,太湖流域的调度管理也不断地进行调整与优化。新形势下太湖流域综合治理与管理工作对流域综合调度提出了更高的要求。习近平总书记提出的“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”新时期治水思路,为新时期水利工作指明了方向。水利部原部长陈雷多次在全国重要会议上提出要加强河湖水系连通,提高水利工程综合调度能力,构建布局合理、生态良好,引排得当、循环通畅,蓄泄兼筹、丰枯调剂,多源互补、调控自如的江河湖库水系连通体系,着力提升水资源调蓄能力、水环境自净能力和水生态修复能力。水利部原副部长矫勇在太湖流域综合规划专家审查会上指出,要通过流域综合治理工程布局的完善和水利工程科学调度,促进河湖水体有序流动,实现雨洪资源利用,增加河湖水体自净能力和水环境承载能力,进一步发挥水利工程防洪、供水与水环境的综合作用。

《太湖流域洪水调度方案》(1999 年)、《太湖流域引江济太调度方案》(2009 年)和《太湖流域洪水与水量调度方案》(2011 年)先后获得国家防汛抗旱总指挥部及水利部的

批复,并予以实施,流域调度初步实现了“四大转变”,即从洪水调度向资源调度转变,从汛期调度向全年调度转变,从水量调度向水量水质统一调度转变和从区域调度向流域与区域相结合的调度转变。但与“科学调度、精细调度”的要求相比,流域现状调度还存在一些薄弱环节:一是流域水生态环境调度目标及控制要求有待进一步研究,流域现行综合调度难以充分考虑水生态环境改善的需求;二是由于水文气象中长期预报准确性有待进一步提高,流域调度统筹兼顾防洪、供水、水生态环境“三个安全”难度较大,且流域与区域、区域与区域之间往往需求不同,同一时期各不同对象调度目标间存在差异,统筹协调难度大;三是流域水利工程未实现流域性统一管理,流域与区域工程体系尚未实现联合调度。

开展流域水利工程的综合调度是发挥水利工程综合效益,实现太湖流域江河湖库水系有效连通,促进河湖水体有序流动,保障流域防洪、供水和水生态环境“三个安全”的必然要求。水利工程调度与河湖水体有序流动关系密切,研究河湖水体有序流动关键技术,有利于开展流域综合调度的需求分析、目标制定及方案研究,提出流域水利工程综合调度模式,对流域洪水、水资源进行系统治理,充分发挥流域水利工程防御洪水和合理调度水资源的综合功能,进一步提升流域综合调度与管理水平。为此,本书在分析流域及区域现状调度实践与经验、存在问题及调度需求等的基础上,从流域层面统筹流域、区域多目标、多对象的不同要求,开展太湖流域综合调度促进河湖有序流动的研究,以期能为流域综合调度方案优化与完善提供重要的技术支撑,进一步提升流域综合调度与管理水平。

1.2 流域概况

太湖古称震泽,又名笠泽,是我国东部最大的湖泊,也是我国第三大淡水湖。太湖流域自然条件优越,风光秀美,物产丰富,河网密布,交通便利,自古以来就是名闻遐迩的“鱼米之乡”,有“上有天堂,下有苏杭”之美誉。

1.2.1 自然概况

太湖流域地处长江三角洲南翼,三面临江滨海,一面环山,北抵长江,东临东海,南滨钱塘江,西以天目山、茅山等山区为界,位于东经 $119^{\circ}08'$ ~ $121^{\circ}55'$ 、北纬 $30^{\circ}05'$ ~ $32^{\circ}08'$ 。行政区划分属江苏省、浙江省、上海市和安徽省,面积 36895km^2 ,其中江苏省 19399km^2 ,占 52.6% ;浙江省 12093km^2 ,占 32.8% ;上海市 5178km^2 ,占 14.0% ;安徽省 225km^2 ,占 0.6% 。流域地形特点为周边高、中间低,呈碟状。地貌分为山地丘陵及平原,西部山丘区面积 7338km^2 ,约占流域面积的 20% ,山区高程一般为 $200.00\sim 500.00\text{m}$ (以镇江吴淞高程为基础,下同),丘陵高程一般为 $12.00\sim 32.00\text{m}$;中东部广大平原区面积 29557km^2 ,分为中部平原区、沿江滨海高亢平原区和太湖湖区,中部平原区高程一般在 5.00m 以下,沿江滨海高亢平原地面高程为 $5.00\sim 12.00\text{m}$,太湖湖底平均高程约 1.00m 。

太湖流域属亚热带季风气候区,四季分明,雨水丰沛,热量充裕。流域多年平均降水量 1177mm ,空间分布自西南向东北逐渐递减。受地形影响,西南部天目山区多年平均降水量最大;东部沿海及北部平原区多年平均降水量均少于 1100mm ,宝山最少,为

1010mm。受季风强弱变化影响,降水的年际变化明显,年内雨量分配不均。夏季(6—8月)降水量最多,占年降水量的35%~40%;春季(3—5月)降水量占年降水量的26%~30%;秋季(9—11月)降水量占年降水量的18%~23%;冬季(12月至次年2月)降水量最少,占年降水量的11%~14%。全年有3个明显的雨季:3—5月为春雨期,特点是雨日多,雨日数占全年雨日数的30%左右;6—7月为梅雨期,梅雨期降水总量大、历时长、范围广,易形成流域性洪水;8—10月为台风雨期,降水强度较大,但历时较短,易造成严重的地区性洪涝灾害。

1.2.2 河湖水系及水利分区

1.2.2.1 水系

太湖流域是长江水系最下游的支流水系,江湖相连,水系沟通,犹如瓜藤相接,依存关系密切。长江水量丰沛,多年平均地表径流量9856亿 m^3 ,最小月平均流量达5000 m^3/s ,是太湖流域的重要补给水源,也是流域排水的主要出路之一。流域现有75处沿长江口门,水量交换频繁,多年平均引长江水量为62.6亿 m^3 ,排长江水量(不含黄浦江)为49.3亿 m^3 。

流域内河网如织,湖泊棋布,属典型的平原河网地区,水面面积达5551 km^2 ,水面率为15%;河道总长约12万 km ,河道密度达3.3 km/km^2 。流域河道水面比降小,平均坡降约十万分之一;水流流速缓慢,汛期一般仅为0.3~0.5 m/s ;河网尾间受潮汐顶托影响,流向表现为往复流。流域水系以太湖为中心,分上游水系和下游水系。上游水系主要为西部丘陵区独立水系,包括苕溪水系、南河水系及洮滬水系;下游主要为平原河网水系,包括东部黄浦江水系、北部沿长江水系和东南部沿长江口、杭州湾水系。江南运河贯穿流域腹地及下游诸水系,起着水量调节和承转作用,也是流域重要的内河航道。太湖流域湖泊面积3159 km^2 (按水面面积大于0.5 km^2 的湖泊统计),占流域平原面积的10.7%;湖泊总蓄水量57.68亿 m^3 ,是长江中下游7个湖泊集中区之一。以太湖为中心,形成西部洮滬湖群、南部嘉西湖群、东部淀泖湖群和北部阳澄湖群,面积大于10 km^2 的湖泊有9个,分别为太湖、滬湖、阳澄湖、洮湖、淀山湖、澄湖、昆承湖、元荡湖、独墅湖。流域湖泊均为浅水型湖泊,平均水深不足2.0 m ,个别湖泊最大水深达4.0 m 。

1. 苕溪水系

苕溪水系是太湖上游的最大水系,分为东、西两支,分别发源于天目山南麓和北麓。东苕溪流域面积为2306 km^2 ,西苕溪流域面积为2273 km^2 ,东、西苕溪分别长150 km 和143 km ,在湖州市区西侧汇合,经长兜港入太湖。苕溪水系地处流域内的暴雨区,其多年平均入湖水量约占太湖上游来水总量的50%。

2. 南河水系

南河水系发源于茅山山区,干流长50 km ,沿途纳宜溧山区诸溪,串联东洮、西洮和团洮3个小型湖泊,于宜兴大浦港、城东港、洪巷港入太湖,下游北与洮滬水系相连。南河水系多年平均入湖水量约占太湖上游来水总量的25%。

3. 洮滬水系

洮滬水系是由山区河道和平原河道组成的河网,以洮湖、滬湖为中心,上纳西部茅山

诸溪,下经东西向的漕桥河、太滬运河、殷村港、烧香港等河道入太湖;同时又以越淩河、丹金溧漕河、扁担河、武宜运河等多条南北向河道与沿江水系相通,形成东西逢源、南北交汇的网络状水系。洮滬水系多年平均入湖水量约占太湖上游来水总量的20%。

4. 黄浦江水系

黄浦江水系是太湖流域的主要水系,涉及流域下游大部分平原,北起京杭运河和沪宁铁路线,与沿江水系相通,东南与沿杭州湾水系相连,西通太湖,面积约14000km²;非汛期沿江沿海关闸或引水期间,汇水面积可达23000km²。黄浦江水系是太湖流域最具代表性的平原河网水系,湖荡棋布,河网纵横。水系涉及的平原地区地面高程为2.50~5.00m,是流域内的“盆底”。河道水流流程长、比降小、流速慢,汛期流速仅0.3~0.5m/s。水系内包罗了流域内大部分湖泊,主要有太湖、淀山湖、澄湖、元荡湖、独墅湖等大中型湖泊,湖泊水面积约2600km²,约占流域内湖泊总面积的82%。受东海潮汐影响,黄浦江水系下段流向为往复流。

黄浦江水系以黄浦江为主干,其上游分为北支斜塘、中支圆泄泾和南支大泖港,并于黄浦江上游竖潦泾汇合,以下称黄浦江。黄浦江自竖潦泾至吴淞口长约80km,水深河宽,上中段水深7~10m,下段水深达12m,河宽400~500m。黄浦江是流域重要的排水通道,也是全流域目前唯一敞口的入长江河流。

5. 沿长江水系

沿长江水系主要由流域北部通长江河道组成,大多呈南北向,主要河道有九曲河、新孟河、德胜河、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、杨林塘、七浦塘、白茆塘和浏河等,现已全部建闸控制。

6. 沿长江口、杭州湾水系

沿长江口、杭州湾水系包括浦东通长江口和杭嘉湖平原南部的入杭州湾河道,自北向南有上海浦东的川杨河、大治河和金汇港等河道,以及浙江杭嘉湖平原的长山河、海盐塘、盐官下河和上塘河等河道。杭嘉湖平原入杭州湾河道为流域南排洪涝水的主要通道。

1.2.2.2 水利分区

太湖流域洪涝治理主要在平原地区。自然情况下29557km²的平原浑然一片,洪水和地区涝水交混通过河网扩散,造成较大范围的洪涝灾害。为了提高治理效果,减少洪涝灾害损失,根据地形地貌、河道水系分布及治理特点等,流域分成8个水利分区,分别为湖西区、浙西区、太湖区、武澄锡虞区、阳澄淀泖区、杭嘉湖区、浦西区和浦东区,见图1.1。

1. 湖西区

湖西区位于流域的西北部,东自德胜河与澡港分水线南下至新闻,向南沿武宜运河东岸经太滬运河北岸至太湖,再沿太湖湖岸向西南至苏、浙两省分界线;南以苏、浙两省分界线为界;西与茅山和秦淮河流域接壤;北至长江。湖西区行政区划大部分属江苏省,上游约0.9%的面积属安徽省。该区地形极为复杂,高低交错,山圩相连,地势呈西北高、东南低,周边高、腹部低,腹部低洼中又有高地,逐渐向太湖倾斜。本区北部运河平原区地面高程一般为6.00~7.00m,洮滬、南河等腹部地区和东部沿湖地区地面高程一般为4.00~5.00m。区内又分为运河平原片(运河片)、洮滬平原片(洮滬片)、茅山山区、宜



图 1.1 太湖流域水利分区示意图

溧山区 4 片。

2. 浙西区

浙西区位于流域的西南部，东侧以东导流堤线为界；北与湖西区相邻；西、南以流域界为限。浙西区行政区划大部分属浙江省，上游约 2.6% 的面积属安徽省。区内东西苕溪流域上、中游为山区，山峰海拔一般在 500.00m 以上，其中龙王峰高程 1587.00m，为流域最高峰，下游为长兴平原，地面高程一般在 6.00m 以下。浙西区又分为长兴、东苕溪及西苕溪 3 片。

3. 太湖区

太湖区位于流域中心，以太湖和其沿湖山丘为一独立分区。本区周边与其他水利分区相邻。行政区划属江苏省和浙江省。太湖湖底平均高程约 1.00m，湖中岛屿 51 处，洞庭西山为最大岛屿，其最高峰海拔 338.50m。湖西侧和北侧有较多零星小山丘，东侧和南侧为平原。

4. 武澄锡虞区

武澄锡虞区位于太湖流域的北部，西与湖西区接壤；南与太湖湖区为邻；东以望虞河东岸为界；北滨长江。行政区划属江苏省。全区地势呈周边高、腹部低，平原河网纵横。本区以白屈港为界分为高、低两片：白屈港以西地势低洼，呈盆地状，为武澄锡低片；白屈港以东地势高亢，局部地区有小山分布，为澄锡虞高片。本区地形相对平坦，其中平原地区地面高程一般为 5.00~7.00m，低洼圩区主要分布在武澄锡低片，地面高程一般在 4.00~5.00m，南端无锡市区及附近一带地面高程最低，仅 2.80~3.50m。

5. 阳澄淀泖区

阳澄淀泖区位于太湖流域的东部，西接武澄锡虞区；北临长江；东自苏、沪省（直辖市）分界线，沿淀山湖东岸经淀峰，再沿拦路港、泖河东岸至太浦河；南以太浦河北岸为

界。阳澄淀泖区行政区划大部分属江苏省,小部分属上海市。区内河道湖荡密布,东北部沿江稍高,地面高程一般为6.00~8.00m,腹部地面高程为4.00~5.00m,东南部低洼处为2.80~3.50m。阳澄淀泖区内以沪宁铁路为界,南北又分成淀泖片和阳澄片。

6. 杭嘉湖区

杭嘉湖区位于太湖流域的南部,北与阳澄淀泖区和太湖区相邻,以太湖南岸大堤和太浦河南岸为界;东自斜塘、横潦泾至大泖港向南沿惠高泾接浙江、上海市行政分界线至杭州湾;西部与浙西区接壤;南滨杭州湾和钱塘江。杭嘉湖区行政区划大部分属浙江省,小部分属江苏省和上海市。地势自西南向东北倾斜,地面高程沿杭州湾为5.00~7.00m,腹部为3.50~4.50m,东部一般为3.20m,局部低地为2.80~3.00m。杭嘉湖区又分成运西片、运东片及南排片等3片。

7. 浦西区、浦东区

浦西区、浦东区位于太湖流域东部,东临东海,南滨杭州湾,北以苏、沪省(直辖市)分界线及长江江堤为界,西邻阳澄淀泖区和杭嘉湖区。浦西区、浦东区以黄浦江为分界线,行政区划均属上海市。本区北、东、南部地势比西部高,境内以平原为主,有零星的小山丘分布。金山、青浦、松江地区为上海最低地区,地面高程一般为2.20~3.50m,最低处不到2.00m。

1.2.3 经济社会概况

太湖流域位于长江三角洲核心地区,是我国经济最发达、大中城市最密集的地区之一。流域内除特大城市上海外,还有杭州、苏州、无锡、常州、镇江、嘉兴和湖州等大中城市以及迅速发展的众多小城市和建制镇,城镇化率达74.7%。流域内人口密集,经济发展迅速。2015年,太湖流域人口5997万人,占全国总人口的4.4%,人口密度约1623人/km²。全流域国内生产总值66884亿元,约占全国GDP的9.9%;人均生产总值达11.2万元,是全国平均水平的2.3倍。

1.2.4 水资源开发利用与典型水旱灾害

1.2.4.1 流域水资源与开发利用现状

太湖流域濒临长江,内部有本地水资源可供利用,外部有长江提供充足的过境水资源。流域多年平均水资源总量为176.0亿m³,其中:地表水资源量为160.1亿m³,地下水资源量为53.1亿m³,地表水和地下水资源的重复计算量为37.2亿m³。流域多年平均本地地表水可利用量为64.1亿m³,占多年平均地表水资源量的40%。平原区浅层地下水可开采总量为24.3亿m³,可开采系数约为0.6。流域本地水资源有限,供需水总体平衡主要依靠调引长江水和上下游重复利用。近年来,流域引长江水量趋增。现状流域沿长江口门引水量98.2亿m³,排长江水量38.6亿m³。

太湖流域供水水源主要以地表水源为主,除取用本地河网水量外,也直接取用长江水和钱塘江水。2014年,太湖流域实际总供水量(以用水口径计)为343.5亿m³,其中:本地水源供水154.3亿m³,长江水源供水184.1亿m³,钱塘江水源供水5.1亿m³(全部供自来水厂)。若按全国用水总量控制指标分解口径(以耗水口径计),2014年太湖流域

用水总量为 249.8 亿 m^3 。供水方式上,有优质用水需求的生活以及部分工业用水由自来水厂、自备水源集中供水,水质要求较低的农业和部分工业用水直接从当地河网取水。

太湖流域水资源开发利用程度较高,开发利用率高达 82%。1980 年以来,太湖流域人均用水量先增后降,万元 GDP 用水量大幅度下降,居民生活用水量增长较快,农田亩均灌溉用水量有所下降。流域用水水平和效率均有较大程度的提高,但与发达国家相比,仍存在较大差距。2014 年太湖流域人均用水量为 574m^3 ,万元工业增加值(当年价)用水量 83m^3 ,其中江苏省 90m^3 、浙江省 32m^3 、上海市 90m^3 ,流域农田灌溉亩均用水量 524m^3 。

1.2.4.2 典型水旱灾害

梅雨和台风暴雨是造成流域洪涝灾害的主要原因。受平原地势低洼、坡降小和潮汐顶托等影响,流域排水速度慢,排水难度大,太湖水位易涨难消,流域洪涝灾害频繁。中华人民共和国成立以来,发生流域性大洪水的年份主要有 1954 年、1991 年、1999 年、2016 年。

1954 年洪水为梅雨型洪水,降雨从 5 月 5 日持续到 7 月 31 日,降雨历时长、总量大,但强度不大,暴雨中心位于浙西区和杭嘉湖区。流域最大 90 日降雨 890.5mm,重现期约 43 年;流域及各分区历时 30 日以内雨量均较小,重现期普遍不超过 10 年。由于长期降水,河湖水位并涨,高水持久不退,加之中华人民共和国成立初期水利设施薄弱,流域防洪除涝能力低,灾情极为严重,发生了当时有记录以来的最大一次水灾。太湖最高水位达 4.65m,全流域近 25% 平原受灾,受灾面积达 868 万亩,成灾面积 439 万亩,粮食损失约 5 亿 kg,当年经济损失达 10 亿元,约占当年 GDP 的 10%。

1991 年洪水属梅雨型洪水,入梅早,梅雨期长,雨量集中,强度大,暴雨中心主要位于湖西区和武澄锡虞区。流域降雨过程分 3 个阶段:第一阶段 5 月 18 日—6 月 19 日,陆续降雨 398.4mm;第二阶段 6 月 30 日—7 月 14 日,降雨 280.5mm;第三阶段 7 月 31 日—8 月 7 日,降雨 126.1mm。形成太湖高水位的暴雨历时约 56 日。全流域最大 30~60 日雨量较大,最大 30 日降雨量 491.4mm,重现期约 36 年。全流域发生了严重的洪涝灾害,太湖最高水位达 4.79m,受灾农田 941 万亩,粮食损失 1.28 亿 kg,减产 8.12 亿 kg,受灾人口 1182 万人,当年直接经济损失达 113.9 亿元,约占当年 GDP 的 6.7%。

1999 年洪水是有历史记录以来最大的梅雨型洪水,暴雨集中,总量大,强度大,暴雨中心分布在太湖区、浙西区。流域主雨期发生在 6 月 7 日—7 月 1 日,形成 1999 年太湖最高水位的主要降雨时段约为 30 日。全流域平均最大 7 日、15 日、30 日、45 日、60 日、90 日各统计时段的降雨量均超过了历史降雨量最大值,30 日、90 日时段降雨量超过百年一遇,太湖水位创历史新高,达 4.97m。全流域受灾人口达 746 万人,粮食减产超过 9.1 亿 kg(不包括上海市)。虽然“治太”工程在此次洪灾中发挥了重要作用,受灾面积小于 1991 年,但由于流域单位面积经济值增加,洪灾损失加大,当年直接经济损失高达 141.3 亿元,约占当年 GDP 的 1.58%。

2016 年,受超强厄尔尼诺现象影响,太湖流域发生了仅次于 1999 年的历史第二大洪水,太湖最高水位达 4.87m,位列 1954 年有记录以来的第 2 位。4 月,太湖流域降雨持续偏多,至 7 月 8 日太湖达到最高水位,流域平均降雨量 870.5mm,较常年偏多 9 成。降雨主要集中在流域上游及北部,其中太湖湖区达 971.7mm,较常年偏多 1.2 倍。流域 6