

长江中游典型段 水体污染特征及生态风险

沈珍瑶 牛军峰 齐珺 著
王丽莉 唐阵武 冯精兰



CHANGJIANG ZHONGYOU
DIANXINGDUAN
SHUITI WURAN TEZHENG JI
SHENGTAI FENGXIAN

中国环境科学出版社

长江中游典型段水体污染特征及生态风险

沈珍瑶 牛军峰 齐 珺 著
王丽莉 唐阵武 冯精兰

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

长江中游典型段水体污染特征及生态风险/沈珍瑶, 牛军峰等著. —北京: 中国环境科学出版社, 2008

ISBN 978-7-80209-751-3

I. 长… II. ①沈… ②牛… III. 长江—中游河段—河流污染—研究 IV. X522

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 084941 号

责任编辑 刘 璐
责任校对 尹 芳
封面设计 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2008 年 9 月第 1 版
印 次 2008 年 9 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 15.75
字 数 310 千字
定 价 52.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

本书为国家重点基础研发计划 (973 计划)

“长江流域水沙产输及其与环境变化耦合机理”

课题“流域水沙产输对水质变化影响”

(项目编号: 2003CB415204)

资助成果

前言

长江是我国第一大河流，也是世界第三大河流。长江流经我国经济较为发达的地区，在经济发展过程中，进入长江水体的不同种类污染物已造成了其水质恶化，其中大量的有毒污染物更是严重威胁着长江流域的用水安全。根据《长江流域水资源公报》，长江水系污染河段有逐年增加的趋势，干流流经城市的河段形成了 600 km 的污染带，支流更是多次爆发了恶性污染事件。目前，长江中下游沿岸已经建成的特大型重化工业及船舶制造、造纸、炼钢等企业仍在向长江排放着大量有毒污染物，给长江带来了巨大的污染压力。农业面源污染也是长江流域的主要污染来源，其主要包括化肥农药污染、畜禽养殖业污染、农业固体废弃物污染等。历史上大量使用的六六六、滴滴涕等难降解有毒有机化合物仍会随着降水冲刷等途径进入到长江水体中。此外，长江航运量激增带来的大量船舶污染也不容忽视。大量污染物通过各种途径进入长江后，大部分有毒污染物容易聚集到沉积物中，使沉积物作为污染物的蓄积库，成为潜在的“二次污染源”。当污染达到一定程度后，水-沉积物之间吸附和释放污染物的动态平衡即被打破，这必将导致水体环境进一步恶化，影响经济的可持续发展，并给人民群众的健康带来严重威胁。

有毒物质污染是当今全球面临的重大环境问题之一，已经引起了科学工作者和政府的高度重视和国际社会的广泛关注。环境中的有毒污染物主要包括有毒有机污染物和重金属污染物两大类，这些污染物多数具有难降解性、生物累积性和高毒性。1995 年 12 月，国际化学品安全处组织专家编写了一份有关首批 12 种（类）受控持久性有机污染物（POPs）的评估报告。该报告指出，已有充分证据表明 POPs 对环境和人体健康造成了巨大危害，必须对其在全球的生产、使用和分布进行全面调查，以便采取国际行动，在全球消除这些物质。2001 年 5 月 23 日，包括中国在内的 120 多个国家和地区共同签署了《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》，以期对 12 种（类）持久性有机污染物采取控制行动，禁止或严格限制其生产和使用。对于重金属的污染问题，人们早已对其带来的危害有了一定的认识。例如，20 世纪 50 年代在日本曾发生由汞污染引发的“水俣病”事件和由镉污染引发的“骨痛病”事件，另外在欧洲某些国家也陆续发生过重金属污染事件，并带来了严重的生态后果，唤起了人们对重金属污染的普遍重视。1979 年，美国将 Hg、Cd 等重金属列入环境优先控制污染物的“黑名单”；随后，我国也将 As、Hg、Cd 等 91 种重金属及其化合物列入了优先控制污染物“黑名单”。因此，开展水体环境中有毒有机污染物和重金属的相关研究工作对于保护水生生态环境安全和人体健康具有重要的意义。

本书结合长江水系武汉段流域的经济发展和污染历史等特征，以典型有毒污染物（包括有机氯农药、多氯联苯、五氯酚、多环芳烃和重金属等）为研究对象，重点探讨各种有毒污染物的时空分布特征，研究其在水环境各介质中的环境行为，追踪其污染历史，判断其来源和污染趋势，并对水环境中有毒污染物进行生态风险评价，这对于本区域乃

至全球有毒污染物的控制与治理具有极其重要的意义。

本书是在总结近五年来课题组发表的论文的基础上由我和我的同事、研究生共同撰写完成,是我们集体智慧和辛勤工作的成果。全书具体分工如下:第1章由沈珍瑶、贾海燕撰写,第2章由唐阵武、牛军峰撰写,第3章由牛军峰、王丽莉撰写,第4章由沈珍瑶、冯精兰、牛军峰撰写,第5章由齐珺、沈珍瑶撰写,第6章由牛军峰、智昕撰写,第7章由沈珍瑶撰写。一稿完成后,相互校对,最后由沈珍瑶、牛军峰总校对并统稿。

本书受到国家重点基础研究发展计划(973计划)课题(课题编号:2003CB415204)的资助。

在本研究开展与本书写作过程中,杨志峰教授、李义天教授、雷阿林教授给予了指导与帮助,课题组成员杨晓华、孙涛、夏星辉、叶闽、刘瑞民、王洪媛、王颖等参与了讨论,在此一并表达衷心的感谢。

参加研究和书稿整理工作的还有连国玺、陈玉敏、陈强、隆兴兴、史姝琼、蒋国翔、洪倩、孙宗亮、龚梦洁、田甜等,研究过程中得到了水利部长江水利委员会、武汉大学、中国科学院成都山地研究所等单位的大力支持,在此深表谢意。

特别感谢中国环境科学出版社的编辑肖卫在出版过程中付出的辛勤的劳动,他的支持和帮助,加快了出版的进度。

由于作者才疏学浅,书中可能存在不完善之处和不少错误,恳请有关专家和广大读者批评指正。

沈珍瑶
2008年6月

内容简介

长江水体污染问题引起了我国政府和科学界的广泛关注。本书主要从污染特征、作用机理、数值模拟、风险评价 4 个方面论述了长江中游典型段——武汉段水体有毒有机物的污染特征和生态风险。全书共分 7 章。第 1 章首先介绍了长江水系武汉段的概况,第 2 章和第 3 章分别介绍了武汉段水体重金属和有毒有机物的污染特征,第 4 章阐述了沉积物再悬浮过程中的水、沙、污染物相互作用机理,第 5 章介绍了水质模型及其数值模拟,第 6 章对水体中重金属和有毒有机物的生态风险进行了评价,第 7 章对本研究的主要内容进行了系统总结。本书参考了国内外有关水体中有毒有机物和重金属的最新研究进展,详细介绍了作者多年来在长江中游典型段水体污染特征和生态风险研究方面所取得的一些研究成果。

本书可作为高等院校环境科学、环境工程、环境数学及相关专业研究生和高年级本科生教学参考书,也可供从事环境科学、环境工程、环境数学及相关领域的科研人员、工程技术人员和管理人员阅读参考。

目 录

- 1 绪 论1
 - 1.1 研究背景1
 - 1.2 研究区域概况3
 - 1.2.1 区域概况.....3
 - 1.2.2 水文特征.....3
 - 1.2.3 水质现状.....6
 - 1.2.4 污染源与污染排放特征.....11
 - 1.3 本书的主要内容13
- 2 重金属污染特征15
 - 2.1 重金属分布特征16
 - 2.1.1 样品的采集.....16
 - 2.1.2 样品分析方法.....17
 - 2.1.3 重金属分布特征.....19
 - 2.2 重金属赋存状态22
 - 2.2.1 重金属形态测定方法.....22
 - 2.2.2 重金属赋存状态.....23
 - 2.3 重金属影响因素分析和源解析24
- 3 有毒有机物污染特征27
 - 3.1 水30
 - 3.1.1 样品采集与分析.....30
 - 3.1.2 有毒有机物污染特征.....35
 - 3.2 悬浮颗粒物44
 - 3.2.1 样品采集与分析.....45
 - 3.2.2 有毒有机物污染特征.....48
 - 3.3 沉积物53
 - 3.3.1 表层沉积物.....53
 - 3.3.2 柱状沉积物.....73
- 4 水、沙、污染物相互作用机制87
 - 4.1 多环芳烃的吸附-解吸规律88
 - 4.1.1 样品的采集.....88

4.1.2 样品分析方法	88
4.1.3 多环芳烃的吸附-解吸规律	90
4.2 再悬浮过程中 PAHs 的释放	110
4.2.1 再悬浮模拟实验	111
4.2.2 再悬浮对 PAHs 释放的影响	114
4.2.3 再悬浮过程中 PAHs 的释放行为	146
5 水质模型及其数值模拟	151
5.1 水质模型研究进展及模型选取	151
5.1.1 水质模型的研究进展	151
5.1.2 长江武汉段水质模拟的特点	154
5.1.3 水质模型的选取	157
5.2 EFDC 模型原理	159
5.2.1 EFDC 水动力模型原理	159
5.2.2 EFDC 泥沙输移模型原理	166
5.2.3 EFDC 污染物输移模型原理	171
5.2.4 EFDC 定解条件	181
5.3 EFDC 模型的参数率定和模型验证	183
5.3.1 参数率定	183
5.3.2 模型验证	184
5.4 模拟结果分析	187
5.4.1 水动力学分析	187
5.4.2 泥沙分析	192
5.4.3 污染物输移分析	200
6 生态风险评价	207
6.1 生态风险评价方法	208
6.1.1 生态风险评价框架	209
6.1.2 重金属污染的生态风险评价方法	212
6.1.3 有毒有机污染物的生态风险评价方法	213
6.2 重金属的生态风险评价	215
6.3 有毒有机物生态风险	217
6.3.1 有机氯农药生态风险评价	217
6.3.2 多环芳烃生态风险评价	220
7 主要结论和建议	223
7.1 主要结论	223
7.2 建议	226
参考文献	228

1 绪 论

1.1 研究背景

近几十年来,由于人们对化学品的大量使用和无意识排放,导致了有毒污染物在全球范围内广泛存在。目前,这类污染物已经受到了科学工作者、政府以及国际社会的广泛关注,并日益发展成为了当今全球面临的重大环境问题之一。有毒污染物主要包括有毒有机污染物和重金属两大类。其中持久性有机污染物(POPs)是目前备受关注的典型有毒有机污染物,主要包括有机氯农药(OCPs)、多氯联苯(PCBs)、多氯代二苯并-对-二噁英和多氯代二苯并呋喃(PCDD/Fs);重金属污染物主要包括砷(As)、汞(Hg)、镉(Cd)、铅(Pb)等,其中的Hg、Cd和Pb同时也是内分泌干扰物。环境中的有毒污染物的来源包括自然来源和人为来源,其中,人为来源是环境中有毒污染物的主要来源。有毒污染物中很多具有难降解性、生物累积性和高毒性,这些污染物一旦进入环境,会对生态系统和人体健康构成严重威胁。

作为目前全球备受关注的有毒有机污染物,POPs具有难降解性、生物蓄积性、半挥发性和高毒性,它们能通过不同环境介质(大气、水、生物体等)进行长距离迁移,对生态系统和人类健康具有严重危害。目前世界上POPs物质有数千种之多,其中大多为某一系列物质或者某一族化合物。国际公约中规定的首批POPs包括三大类,即有机氯农药类、工业化学品和非故意产生的副产物。POPs的来源极其复杂,主要包括农业污染源和工业污染源。POPs的农业污染源主要是在植物和土壤中使用农用化学品。尽管目前许多国家在农用化学品的生产和使用方面采取了慎重的态度,但人们还是无法确知进入环境的POPs总量,对POPs农业的来源的地区或全球性的使用模式也知之甚少。工业生产过程中产生的POPs已经受到严格控制,但对POPs的历史残留以及当前污染源仍然很难作出准确估计。此外,由于一些POPs的生成或排放是偶然的、非有意的,如多氯二苯并-*p*-二噁英/呋喃(PCDD/Fs)来自于燃烧过程、金属冶炼或其他过程的杂质或副产物等,这就使得对POPs的评估和治理更为复杂。

重金属是另一类重要的有毒污染物,与POPs相似,重金属同样具有持久性、高毒性和生物累积性等特点。环境中的重金属主要来源于矿物岩石的风化淋溶过程、矿山开发过程以及人类排放的工业废水和生活污水等。目前环境中较高浓度的重金属主要来源于人类的生产活动。环境介质中的重金属会对生物产生严重影响,并且因其在食物链中具有生物富集与放大作用,重金属也给人类健康带来了威胁。随着国际上重金属污染事件如日本水俣病事件、骨痛病事件和四日哮喘事件的发生,重金属污染问题已经引起人们

的高度重视。更值得注意的是,一些重金属能够在自然环境中形成有机金属化合物,如甲基汞和甲基锡等,这些有机重金属具有更强的亲脂性和更高的毒性。因此,研究环境中有毒污染物的存在状况及其迁移转化规律具有重要的现实意义。

长江作为我国的第一大河流,对我国乃至全球的环境质量和经济发展都具有十分重要的意义。长江流经我国经济较为发达的地区,包括工业污染、农业面源污染等在内的各种污染源已经造成了长江的水质恶化,大量有毒污染物更是使得长江的水质安全受到严重威胁。根据《长江流域水资源公报》,2004年长江流域工业和生活污水排放总量为288.1亿t,比上年增加14.8亿t,增幅为5.4%。其中,工业污水和生活污水分别占总污水排放量的70.4%和29.6%。2004年长江接纳的污水排放量占全国污水排放总量的41%以上。与2001年相比,排入长江的废污水增加了68亿t。与之相对应,2004年长江水系污染河段比2003年增加了5%,干流流经城市的河段形成了600km的污染带,支流更是多次爆发过恶性污染事件(水利部长江水利委员会,2004)。长江作为横贯我国东西的水上运输大动脉,航运业十分发达,常年在水上运营的船舶有21万多艘,这些船舶每年向长江排放的含油废水和生活污水达3.6亿t,生活垃圾达7.5万t;而因海损事故造成的油品、有毒化学品的泄漏事件也时有发生,对长江水环境构成了极大威胁。

水环境作为污染物的汇,接纳着各种来源的有毒污染物。各种工业废水和城市生活污水直接排放进入水体,土壤中累积的各种有毒污染物以及各种矿物及废弃物也会通过地表径流等途径进入水环境。此外,大气环境中的有毒污染物特别是各种POPs也会通过干、湿沉降和水-气界面交换等途径进入水体当中。这些有毒污染物进入水环境后,可与水体悬浮颗粒物及沉积物中的有机质、矿物质等成分发生分配、吸附等一系列物理化学反应,进而转移到水体固相中。然而,这些污染物并非稳定地存在于固相之中,在一定条件下,它们会经过解吸等释放作用再次进入到水相中(徐晓琳等,2003)。其中,沉积物的再悬浮过程是沉积物中污染物重新释放进入水体的重要过程之一。再悬浮过程广泛发生于河流环境系统中,是沉积物中污染物释放的途径之一,可由水流、波浪等自然因素,拖网、疏浚等人为因素以及生物扰动引起。在沉积物再悬浮过程中,悬浮颗粒物吸附的污染物由无氧环境进入有氧环境中,使得吸附态污染物可能会再次释放到水相中,对环境造成“二次污染”。此外,沉积物的再悬浮过程导致大量颗粒物悬浮在水中,极大地影响着污染物在水体中释放的形式和规模,因此再悬浮过程是影响污染物释放及其归宿的重要因素。

随着经济的发展,长江流域的污染形势日趋严峻,严重威胁着生态安全和人类健康。针对目前长江水体的污染特点,结合长江流域工农业发展和自然地理特征,本书对长江中游典型河段——武汉段水环境中有毒污染物的时空分布特征及污染来源、水-沙-污染物的相互作用机理以及有毒污染物的生态风险进行了探讨和研究,以期为本流域有毒污染治理、生态环境恢复、水资源合理分配、能源开发与社会经济可持续发展提供理论依据。

1.2 研究区域概况

1.2.1 区域概况

长江干流武汉江段位于长江中游江汉平原东部，长江由嘉鱼县进入武汉市，在白浒山出境，是武汉市水系的重要组成部分。支流汉江在武汉市内汇入长江，两江将武汉市市区分割为武昌、汉口、汉阳三部分，形成“三镇鼎立”的独特城市格局。

长江水系武汉段属北亚热带季风性气候，具有常年雨量丰沛、热量充足、四季分明等特点。年平均气温 15.8~17.5℃，极端最高气温 41.3℃（1934 年 8 月 10 日），极端最低气温 -18.1℃（1977 年 1 月 30 日）。年无霜期一般为 211~272 d，年日照总时数 1 810~2 100 h，年总辐射 104~113 kcal·cm⁻²，年降水量 1 150~1 450 mm；多年平均降雨量为 1 264.5 mm，年最大降雨量达 2 057.9 mm，年最小降雨量为 730.4 mm；降雨量年内分配不均，其中 6 月降雨量最大，为 223.2 mm，12 月降雨量最小，为 27.7 mm；4~8 月为主要雨期，多年平均降雨量为 834.2 mm，占全年降雨量的 66%。

武汉市是长江中游最大的城市之一，其产业结构以工业及市政产业为主，以 2006 年为例（表 1-1），第一、第二和第三产业产值在地区生产总值中所占的比重分别为 4.5%、46.1%和 49.4%（武汉市 2006 年国民经济和社会发展统计公报，武汉市统计局）。

表 1-1 2006 年生产总值

产业结构	产业分类	生产总值/亿元	所占比重
生产总值		2 590	
第一产业	农 业	116	4.5%
第二产业	工 业	1 000	46.1%
	建筑业	194	
	交通运输、仓储和邮政业	167	
	批发和零售业	270	
第三产业	住宿和餐饮业	121	49.4%
	金融业	102	
	房地产业	91	

1.2.2 水文特征

（1）主要水系特征

长江水系武汉段有多条支流汇入，其中包括汉江、府河等流域性支流以及金水、滢水、倒水、举水等区域性支流。此外，武汉市内还分布着一些湖泊，其中大部分通过排水渠、涵闸、泵站与长江连通（图 1-1）。

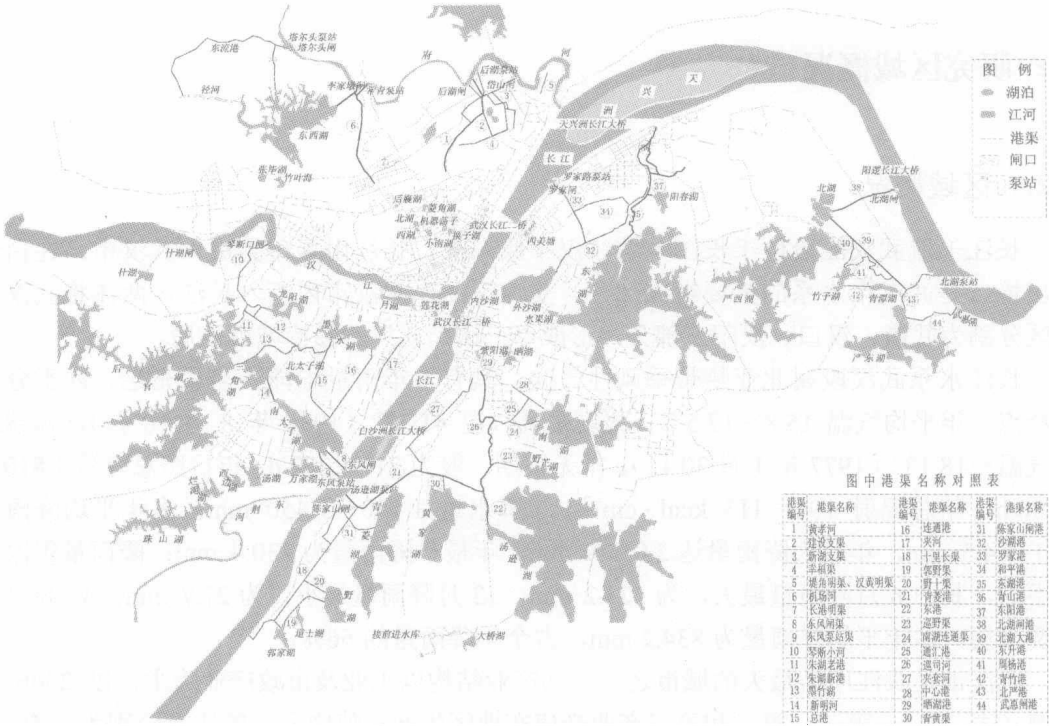


图 1-1 长江水系武汉段水系图

长江水系武汉段干流长度约 112 km，该段长江多年平均流速为 $22\,400\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 。武汉段长江干流水文特征资料来自武汉市汉口武汉关水文站，通过对该水文站长系列水文资料（1955—1991）的分析，总结出长江水系武汉段径流泥沙特征如下：

① 长江水量丰沛，径流量较大，年均径流量约 7 006 亿 m^3 。径流量年际变化大。径流年内分配不均，长江径流集中于汛期，5~10 月径流量占全年径流量的 73.78%，其中 7~8 月径流量占全年径流量的 29.73%。

② 长江输沙量较大，输沙量年内分配不均。年均输沙量约为 43 055 万 t，5~10 月占全年的 87.84%。输沙集中于汛期，长江多年平均含沙量为 $0.749\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，多年月平均含沙量变化范围为 $0.157\sim 0.905\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。

③ 三峡工程蓄水后，长江干流含沙量略有变化，表现为含沙量有所降低，但并不显著；且因蓄水时间仅为 4 年，其规律性变化尚不能准确描述。

汉江是汇入长江的最大支流，历年平均流量 $1\,312\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ，年平均径流量为 $42.02\times 10^8\text{ m}^3$ 。汉江丹江口水库于 1968 年建成蓄水运用，调节汉江中下游的天然水、沙过程，根据汉江仙桃水文站建库前后资料分析比较，其特点为：

a. 汉江输沙量较大，仙桃水文站建库前年平均输沙量为 8 294 万 t；建库后，由于水库拦蓄水沙，清水下泄，使下游河道泥沙输移量大减，年平均输沙量减小为 2 214 万 t。年均含沙量由建库前的 $1.90\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 减小至 $0.56\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。

b. 输沙量年内分配不均，集中于汛期。建库前 5~10 月输沙量占全年 92.1%，建库后占全年的 76.8%。建库后月均含沙量变化范围为 $0.308\sim 0.750\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，含沙量趋于均匀。

区域性支流的水文特征为：金水年径流量为 $14.79\times10^8\text{ m}^3$ ；潏水年径流量为 $9.92\times10^8\text{ m}^3$ ；倒水年径流量为 $8.19\times10^8\text{ m}^3$ ，举水年径流量为 $19.74\times10^8\text{ m}^3$ 。

(2) 湖泊分布

武汉市中心城区的范围包括江岸、江汉、硚口、汉阳、武昌、青山和洪山区，长江水系武汉段 90%以上的江段包含在武汉市中心城区内。列入《武汉市湖泊保护条例》目录的中心城区 38 个湖泊水域总面积 $17\,535\text{ hm}^2$ 。其中，水域面积大于 100 hm^2 的湖泊共有 16 个，分别为墨水湖、龙阳湖、三角湖、南太子湖、东湖、南湖、外沙湖、野芷湖、严东湖、严西湖、野湖、北湖、青菱湖、汤逊湖、黄家湖、车墩湖，共计 $16\,997\text{ hm}^2$ ，占 38 个湖泊水域总面积的 96.9%。

汉口、汉阳及武昌地区湖泊分布情况如下（表 1-2）。

① 汉口地区的湖泊有西湖、北湖（江汉区）、后襄湖、菱角湖、小南湖、换子湖、塔子湖、机器荡子、竹叶海、张毕湖，共计 10 个，占 38 个湖泊的 26.32%；湖泊水域面积总计 156 hm^2 ，占中心城区湖泊水域总面积的 0.89%。

② 汉阳地区的湖泊有月湖、莲花湖、墨水湖、龙阳湖、三角湖、北太子湖、南太子湖，共计 7 个，占 38 个湖泊的 18.42%；湖泊水域面积总计 $1\,691\text{ hm}^2$ ，占中心城区湖泊水域总面积的 9.64%。

③ 武昌地区的湖泊有四美塘、紫阳湖、晒湖、外沙湖、内沙湖、水果湖、东湖、杨春湖、汤逊湖、黄家湖、野湖、青菱湖、南湖、野芷湖、北湖（洪山区）、严东湖、严西湖、竹子湖、青潭湖、车墩湖和五加湖，共计 21 个，占 38 个湖泊的 55.26%；湖泊水域面积总计 $15\,688\text{ hm}^2$ ，占中心城区湖泊水域总面积的 89.47%。

表 1-2 湖泊分布情况一览表

地区	汉口			汉阳	武昌	
行政区	江汉区	江岸区	硚口区	汉阳区	武昌区	洪山区
湖泊名称	西湖、北湖、机器荡子、菱角湖、后襄湖、小南湖	换子湖、塔子湖	张毕湖、竹叶海	月湖、墨水湖、龙阳湖、三角湖、南太子湖、北太子湖、莲花湖	四美塘、内沙湖、水果湖、紫阳湖	东湖、南湖、外沙湖、晒湖、杨春湖、野芷湖、严东湖、严西湖、野湖、竹子湖、北湖、五加湖、青菱湖、青潭湖、汤逊湖、黄家湖、车墩湖
数量/个	10			7	21	
	6	2	2	7	4	17
数量百分比/%	60	20	20	100	19.05	80.95
湖泊面积/ hm^2	156.08			1 690.64	15 688.55	
	42.88	40.32	72.88	1 690.64	43.56	15 644.99
面积百分比/%	27.5	25.8	46.69	100	0.28	99.72

武汉中心城区湖泊分属 13 个水系和排水系统。汉口地区涉及湖泊的水系和排水系统有黄孝河水系、长丰南北垸排水系统和机场河排水系统，汇水总面积 108.2 km^2 。以上水系排水均进入府河，设置通江涵闸 2 座，排水泵站 3 座，抽排能力 $240.06\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 。

汉阳地区涉及湖泊的水系和排水系统有东湖水系、鹦鹉湖水系、月湖排水系统，汇水总面积 374.4 km²；其中月湖排水系统排水入汉江，鹦鹉湖水系及东湖水系排水入长江。设置通江涵闸 3 座，排水泵站 3 座，抽排能力 89.01 m³·s⁻¹。武昌地区涉及湖泊的水系和排水系统有东沙湖水系、汤逊湖水系、北湖水系、巡司河排水系统、罗家路排水系统、梁子湖水系、五加湖排水系统，汇水总面积约 912 km²。设置通江涵闸 8 座，排水泵站 8 座，抽排能力 277.52 m³·s⁻¹。

1.2.3 水质现状

(1) 水环境功能区划

根据《武汉市水功能区划》，该区划的水域范围包括：

江河：长江、汉江武汉市境内干流及其一级支流和流域面积大于 700 km² 的天然二级支流。

湖泊：中心城区列入《武汉市湖泊保护条例》的全部湖泊；远城区水面面积大于 0.1 km² 且列入《武汉市湖泊保护条例》的湖泊；市境内跨区的湖泊。

水库：全市大、中型水库及具有建制镇饮用水供水功能且供水人数达 1 万人以上的小型水库。

水功能区划采用两级分区体系，即一级区划和二级区划。一级区划主要解决地区之间的用水矛盾，二级区划主要解决部门之间的用水矛盾。一级区划分为保护区、保留区、开发利用区和缓冲区四类。保护区指干流及主要支流源头区、重要的调水水源区、重要供水水源地以及对自然生态及珍稀濒危物种的保护有重要意义的水域，已划定保护区 1 个；保留区指目前开发利用程度不高，为今后开发利用和保护水资源而预留的水域。已划定保留区 131 个；开发利用区指具有满足工农业生产、城镇生活、渔业和游乐等多种需水要求的水域，已划定开发利用区 45 个；缓冲区指为协调省际间、矛盾突出的地区间用水关系，以及在保护区与开发利用区相接时，为满足保护区水质要求而划定的水域，全市未划缓冲区。二级区划是在一级区划中开发利用区的基础上划分为饮用水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、景观娱乐用水区、过渡区和排污控制区七类。其中过渡区指为使水质要求有差异的相邻功能区顺利衔接而划定的水域。排污控制区指接纳生活、生产污水比较集中，接纳的污废水对水环境无重大不利影响的水域。已划定饮用水源区 11 个；工业用水区 3 个；渔业用水区 8 个；农业用水区 1 个；景观娱乐用水区 28 个；过渡区 4 个和排污控制区 7 个。

武汉市共划分一级水功能区 177 个，二级水功能区 62 个。其中 33 个一级水功能区和 26 个二级水功能区由《湖北省水功能区划》划定。长江水系武汉段内，长江干流共有两个一级功能区，分别是长江嘉鱼-武汉保留区和长江武汉开发利用区。二级功能区共有 19 个，详见表 1-3。

长江嘉鱼-武汉保留区：长江嘉鱼-武汉保留区的起始段面为汉南水洪，终止断面为武汉沌口，全长 52 km 现状水质为 II 类，水质管理目标为 II 类。该保留区开发利用程度不高。

长江武汉开发利用区：长江武汉开发利用区的起始段面为武汉沌口，终止断面为武汉葛店，全长 60 km，属于重要城市江段。

表 1-3 武汉市水功能区划二级功能区一览表

项 目 功能区名称	流域	水资源 利用分 区	河流、 水库、 湖泊	所在地	范围			功能区 排序	现状 水质	水质管 理目标	区划依据	说明
					起始段面	终止断面	长度/ km					
长江武汉阳饮用水源、工业用水区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	沌口	长江大桥上游 1 km	13	饮用水源、 工业	III类	II类	生活、工业集 中取水	左岸
长江武汉大桥景观娱乐工业用水区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	长江大桥上游 1 km	长江二桥	8	景观娱乐、 工业	III类	III类	风景名胜地区 水集中地	左岸
长江武汉江岸饮用水源、工业用水区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	长江二桥	朱家河河口 下游 1 km	5	饮用水源、 工业	III类	III类	生活、工业集 中取水	左岸
长江武汉朱家河排污控制区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	朱家河河口上 游 1 km	朱家河河口 下游 1 km	2	排污		III~V类	废污水排放集 中地	左岸
长江武汉朱家河过渡区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉郊 区段	朱家河河口下 游 1 km	武湖农场	7	过渡	V类	III类	上下游水质存 在差异	左岸
长江武汉城区及新洲工业、农业用水区	长江	宜昌至 湖口	长江	堰家矶- 新洲段	武湖农场	双柳镇	25	工业、农业	III类	III类	工业、农业集 中取水地	左岸
长江武汉城区饮用水源、工业用水区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	陈家闸	长江大桥	14	饮用水源、 工业	II类	II类	生活、工业集 中取水	右岸
长江武汉武昌景观娱乐用水区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	长江大桥	大堤口	3	景观娱乐	III类	III类	风景名胜地	右岸
长江武汉武昌排污控制区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	大堤口	徐家棚	6	排污		III~V类	废污水排放集 中地	右岸

项 目 功能区名称	流域	水资源 利用分 区	河流、 水库、 湖泊	所在地	范围			功能区 排序	现状 水质	水质管 理目标	区划依据	说明
					起始段面	终止断面	长度/ km					
长江武汉武昌过渡区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	徐家棚	余家头水厂 上游 1 km	2	过渡		Ⅲ类	上下游水质存 在差异	右岸
长江武汉青山工业用水区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	余家头水厂上 游 1 km	工业港	10	工业		Ⅲ类	工业集中取水 地	右岸
长江武汉武钢排污控制区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	工业港	工业港下游 1 km	1	排污		Ⅲ~Ⅴ类	废污水排放集 中	右岸
长江武汉武钢过渡区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	工业港下游 1 km	王家洲	5	过渡		Ⅲ类	上下游水质存 在差异	右岸
长江武汉王家洲工业用水区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	王家洲	北湖闸	6.5	工业		Ⅲ	工业集中取水 地	右岸
长江武汉北湖闸排污控制区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	北湖闸排污口	北湖闸排污 口下游 1 km	1	排污		Ⅲ~Ⅴ类	废污水排放集 中地	右岸
长江武汉北湖闸过渡区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	北湖闸排污口 下游 1 km	西港村	5	过渡		Ⅲ类	上下游水质存 在差异	右岸
长江武汉葛店饮用水源、工业用水区	长江	宜昌至 湖口	长江	武汉城 区段	西港村	葛店	6.5	饮用水源、 工业		Ⅲ类	生活、工业集 中取水	右岸