



江西水问题研究与实践丛书

水生态环境综合治理与保护

SHUISHENGTAI HUANJING ZONGHE ZHILI
YU BAOHU

江西省水利科学研究院◎ 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

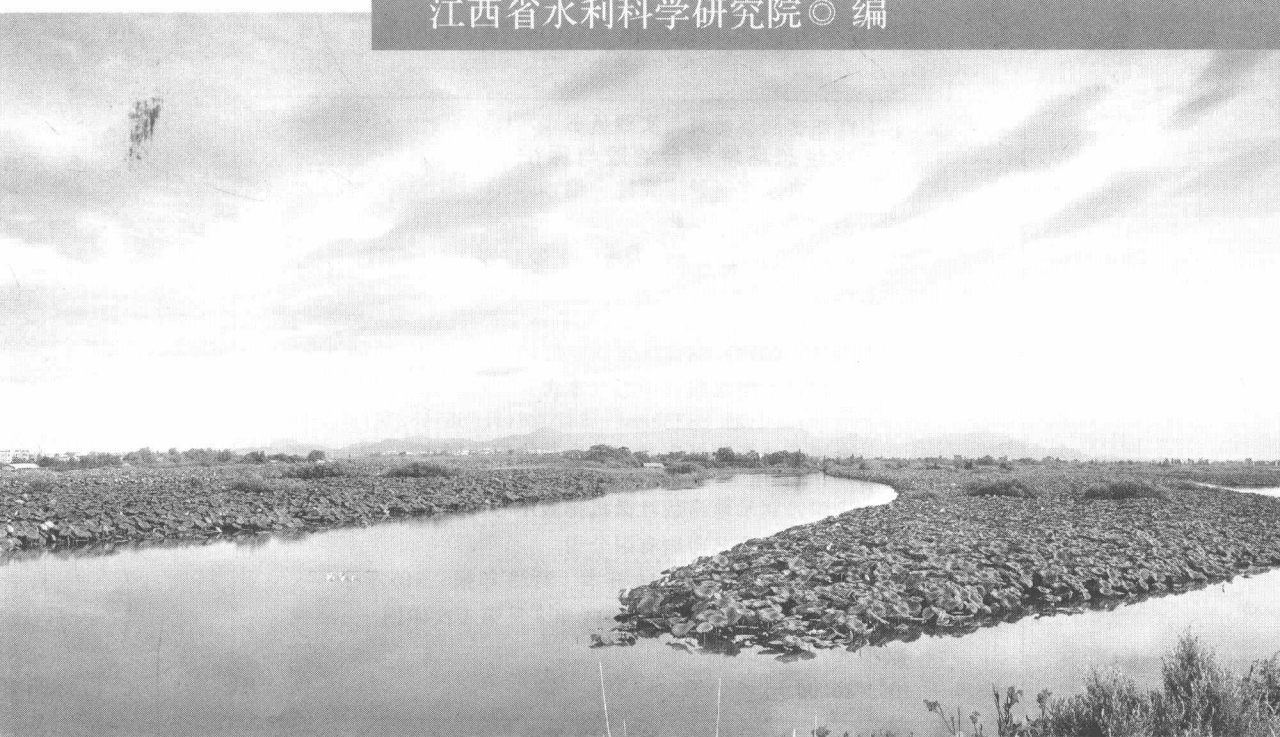


江西水问题研究与实践丛书

水生态环境综合治理与保护

SHUISHENGTAI HUANJING ZONGHE ZHILI
YU BAOHU

江西省水利科学研究院◎ 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是《江西水问题研究与实践丛书》的《水生态环境综合治理与保护》分册,重点以水生态环境综合治理与保护为核心,集中展现和总结了江西省水利科学研究所承担的公益性科研、基础研究、应用研究、公共服务和技术咨询项目的代表成果,包括水生态环境评估、水生态环境保护、水污染治理与生态修复和湖泊富营养化等方面的内容,旨在实现公益性科研、基础研究和应用研究引领水务科技发展、公共服务支撑政府决策、技术咨询促进水利发展中水生态环境学科的发展,为广大水务工作者提供水生态环境综合治理与保护方面最新的科研信息与技术交流平台。

本书可供水生态、水环境、水资源保护、农村水利、水土保持和水利水电等专业的科研、规划、设计、管理人员使用,也可作为高校相关专业的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

水生态环境综合治理与保护 / 江西省水利科学研究所编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2014. 8
(江西水问题研究与实践丛书)
ISBN 978-7-5170-2429-3

I. ①水… II. ①江… III. ①水环境—生态环境—综合治理—江西省②水环境—生态环境—环境保护—江西省
IV. ①X143

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第204387号

书 名	江西水问题研究与实践丛书 水生态环境综合治理与保护
作 者	江西省水利科学研究所 编
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 (发行部)
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	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 21.5印张 510千字
版 次	2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	86.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《江西水问题研究与实践丛书》

编 委 会

主 任 方少文

副主任 李洪任

委 员 傅琼华 许新发 钟家有 盛闵贵 陈卉萍 吴晓彬

游文荪 余 雷 雷 声

《水生态环境综合治理与保护》

编 委 会

主 编 钟家有 雷 声 刘聚涛

副主编 易建州 丁惠君

编 委 (按姓氏笔画排序)

王南海	王敬斌	孔琼菊	冯 倩	付莎莎	许新发
张秀平	李友辉	李荣昉	李艳红	吴高伟	胡绵好
莫明浩	黄宝强	符 辉	游文荪	傅琼华	熊焕淮

序

水是生命之源、生产之要、生态之基，是人类社会发展中最不可或缺的因素。水具有利、害两重性，决定了人类发展须不断进行兴水利、除水害。水利作为公益性、基础性、战略性行业，水安全关系到防洪安全、供水安全、粮食安全、经济安全、生态安全、国家安全，水利的地位和作用在国家事业发展中日益突出。

鄱阳湖位于江西北部，长江中下游南岸，是江西的母亲湖，中国最大的淡水湖，列入国际重要湿地名录。流域总面积 16.22 万 km^2 ，约占长江流域面积的 9%，江西 94% 的国土面积属鄱阳湖流域，鄱阳湖对江西发展及长江下游水生态安全具有重要的影响。

科学技术是第一生产力，科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑。随着经济社会的快速发展，以水资源短缺、水生态退化、水环境恶化及水土流失加剧为标志的水危机，已成为制约我国经济社会发展的瓶颈。应对水危机的严重挑战，水利科技人员必须率先发声。

走着，走着，就 60 年了！作为个人，该喝满花甲酒，作为一个单位，尤其是科研单位是该回顾回顾、总结总结，因为还要往下走，还要走得更远！

江西省水利科学研究院建院已届 60 年，该院作为一家省级公益性水利科研单位，经过几代人的共同开拓，取得了丰硕的科研成果。60 年来，几代水利科技工作者紧紧围绕江西经济社会发展战略目标及水利中心工作任务，针对江西存在的重大水问题，以保持鄱阳湖一湖清水为至高点，积极开展鄱阳湖流域综合治理技术研究，有力地支撑了江西水利事业的发展。江西省水利科学研究院在多年水利技术研究及管理的基础上，总结水利试验与研究、水工安全与防灾减灾、农业水利技术与应用、水资源综合调控与管理、水生态环境保护与综合治理等方面的技术成果，编辑出版了《江西水问题研究与实践》丛书。该丛书既是该院多年来的科技创新成果，又可作为今后水问题研究与实践的基础与借鉴，对促进江西水利事业发展具有积极作用。

习近平总书记从战略的高度提出“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的 16 字治水新思路。水利一方面迎来难得的改革发展机遇，更迎来了巨大挑战，这就要求江西水利科技工作者，坚持以科学发展观为指导，准

确把握水利发展的形势与要求，找准制约江西经济社会发展的水利关键技术问题，充分发挥高端技术人才优势，积极开展水利技术研究，加强水利科技创新，以技术创新引领江西水利事业快速发展。

回首 60 年的创新发展历程，令人欣慰，眺望水利科技发展前景，激人奋进。我有幸在江西省水利科学研究院工作了 6 年，借作序之际，祝愿江西省水利科学研究院始终发扬“献身、负责、求实”的水利行业精神和“团结、求实、开拓、创新”的团队精神，保持“大江东去，浪淘尽，千古风流人物”的豪迈勇气，“问苍茫大地，谁主沉浮”的责任担当，“水利万物而不争”的敬业奉献，为实现江西水利改革发展宏伟目标，建设富裕和谐秀美江西做出新的更大贡献。

孙晓山
2014 年 7 月 26 日

前 言

水资源作为基础性自然资源和战略性经济资源,对经济社会发展具有决定性作用。江西省位于我国南方,地处长江中下游南岸,降雨充沛,水系发达。全省多年平均降水量约 1638.4mm,列全国第四位;多年平均水资源总量 1565 亿 m^3 ,列全国第七位。全省地表水多年平均年径流量为 1545.5 亿 m^3 ,平均径流深为 925.7 mm,多年平均地下水资源量为 379.0 亿 m^3 ,水资源可利用量约为 423 亿 m^3 。但由于降雨时空分布不均,加上工业化、城镇化、农业现代化进程的加快,我省局部地区水资源保障程度还不高、水生态退化还未遏制、水环境污染还很严重、水工程调控能力还不足,水管理手段还很落后、水土流失还在加剧等水问题日益突出。因此,充分发挥水利科技作用,以水利科技创新引领水利事业及支撑经济社会发展具有重要战略意义。

总结过去,成绩斐然。江西省水利科学研究院成立于 1954 年,是全国较早成立的专业门类齐全,主要从事水工安全与防灾减灾、水资源、水生态环境、农村水利、水利信息化、工程质量检测、河湖治理、水利发展战略等领域科学研究、技术支撑和成果推广为一体的公益性省级综合水利水电科研机构。全院现有职工 194 人,其中享受国务院特殊津贴专家 2 人、水利部 5151 工程部级人选 1 人,江西省赣鄱英才 555 工程人选 1 人,江西省新世纪百千万人才工程人选 4 人。各类专业技术人员 159 人,其中教授级高级工程师 10 人,高级工程师 35 人,工程师 47 人。本科及以上学历 142 人,其中博士 12 人,硕士 83 人。建有鄱阳湖模型试验研究基地、江西省鄱阳湖水资源与环境重点实验室、江西省水工安全工程技术研究中心、院士工作站、博士后科研工作站等 5 大科研平台,配备有一批先进的试验仪器设备。拥有大坝安全鉴定、病险水库除险加固蓄水安全鉴定、水闸安全鉴定、水资源论证、岩土工程类检测、混凝土工程类检测、量测类检测、金属结构类检测、机械电气类检测等 9 项甲级资质;水土保持监测、水文水资源调查与评价、水利水电工程施工总承包等 3 项乙级资质(2 级);地质灾害治理工程设计、工程咨询、水利工程设计综合等 3 项丙级资质。多年来,以水利及当地经济发展需求为导向,共承担各级各类科研项目 300 余项,发表论文 600 余篇,出版专著 10 多部,获各级奖励 100 余项,获专利及软件著作权 20 余项。在防洪抗旱、水资源调控与

管理、水生态环境治理与保护、水工程安全鉴定与监测、农田水利、节水灌溉、水利信息化、工程质量检测、河湖治理、水工模型试验、水政策研究等方面取得了一大批先进实用成果，有力地支撑区域经济社会发展。

展望未来，任重道远。为适应江西水利改革发展需求，更好助推区域经济社会发展，江西省水利科学研究院在“节水优先，空间均衡，系统治理，两手发力”新时期治水思路指导下，按照“立足江西、面向全国、放眼世界”的发展定位；“团队—项目—基地—人才”四位一体的发展模式；“科研立院、技术兴院、人才强院、管理固院、文化铸院”的发展文化；着力打造水资源综合调控与管理、农村水利、水工安全与防灾减灾、鄱阳湖模型试验、水生态环境保护与综合治理等五大科研创新团队，实现全国省级一流水科院的目标。出版《江西水问题研究与实践》丛书，一是对多年来所取得的优秀成果进行梳理与总结，二是可为深入开展相关领域技术研究、技术集成及技术推广提供借鉴，三是可起到与水利界同仁进行技术交流作用。

本丛书的出版得到许多曾在江西省水利科学研究院工作过的领导、专家的帮助和支持，在此表示衷心的感谢。鉴于水平有限，本书难免存在疏漏和不足，恳请读者批评指正。

编者

2014年7月

目 录

序 前言

一、水生态环境评估

鄱阳湖区水体溶解氧现状及环境影响因素

分析 李艳红 成静清 夏丽丽 李荣昉 (3)

Effect of Environmental Factors on Cd Accumulation of

Tagetes erecta L. Shasha Fu Xinfu Xu Rongfang Li Peidong Tai (9)

河流与湖泊沉积物重金属、氮和磷的赋存形态研究 李艳红 于 婷 胡春华 (18)

围湖养殖对鄱阳湖湿地生物多样性的影响

研究 李荣昉 李艳红 夏莉莉 胡春华 (23)

河流生态系统健康评价及其对我国河流健康保护的

启示 黄宝强 李荣昉 曹文洪 (28)

菱镁矿区土壤表面结皮形成机理 付莎莎 许新发 冯 倩 李培军 (36)

九连山国家级自然保护区森林生态系统生态评价的研究 黄宝强 (44)

鄱阳湖水生态安全现状评价与趋势研究 游文荪 丁惠君 许新发 (50)

柘林水库的生态服务功能与价值评估 孔琼菊 方国华 马秀峰 (62)

廖坊水利工程对抚河流域生态承载力的影响分析 李友辉 董增川 孔琼菊 (68)

江西省水资源生态系统服务功能价值评价 李友辉 董增川 孔琼菊 (74)

柘林水利枢纽社会、经济、生态环境影响综合评价 李友辉 董增川 (81)

柘林水利枢纽对社会、经济、环境的影响分析 李友辉 孔琼菊 (88)

修河干流大中型水利工程对环境的影响 李友辉 熊焕淮 许 璞 陈圣滔 (96)

二、水生态环境保护

基于遥感技术的鄱阳湖湿地蒸散发量估算 张秀平 雷 声 许小华 (107)

鄱阳湖流域农村生活区面源污染变化特征及其

保护措施 刘聚涛 冯 倩 钟家有 丁惠君 付 敏 吴 涛 (115)

共产主义水库水源地污染源分析与保护措施 王敬斌 邓香平 李艳红 (122)

简析共产主义水库水源地水环境形势与保护对策 王敬斌 邓香平 付佳伟 (129)

山口岩水库水源地水环境分析与保护措施 王敬斌 邓香平 杨永生 (137)

基于效益的鄱阳湖流域水生态保护补偿标准计算模型	游文荪	丁惠君	(144)
长江下游对江西鄱阳湖流域水生态保护的补偿标准探讨	游文荪		(151)
城市河流综合征及其驱动因素	黄宝强	李荣昉	曹文洪 (156)
生境因子对河流生态系统胁迫程度探讨	游文荪	许新发	(164)
堤防建设中的生态水利工程理念	丁惠君	游文荪	麻 夏 (170)
小型水库移民问题的思考	傅琼华	刘 波	金 峰 (175)
江西省水库建设对生态环境的影响	熊焕淮	李友辉	许 瑛 (179)
树立科学的发展观, 在开发中保护, 在保护中 开发	王南海	许 瑛	熊焕淮 李友辉 (185)

三、水污染治理与生态修复

鄱阳湖流域农村水环境污染防治对策研究	刘聚涛	游文荪	丁惠君	(193)
鄱阳湖生态经济区畜禽粪便污染物产生量及其氮耕地 负荷	冯 倩	刘聚涛	丁惠君	袁桂香 张 伟 (199)
云南省嵩明县污水处理厂对污染物处理效果的 分析	胡绵好	袁菊红	李思锐	卢福财 李荣昉 (205)
饲料桑树在水库消落带开发利用与生态修复中的 种植试验	孔琼菊	傅琼华	余 雷	肖复明 (212)
鄱阳湖沙地植物调查及植被恢复试验 研究	莫明浩	杨 洁	段 剑	张 杰 宋月君 (217)
水土流失面源污染及其防控研究 综述	莫明浩	方少文	涂安国	刘政辉 张 杰 (224)
鄱阳湖非点源营养元素截留研究 概述	许新发	付莎莎	Laura Wendling	Yuan Zheng (229)
江西省大中型水库消落带问题分析与思考	孔琼菊	马秀峰	江香梅	肖复明 (234)
鄱阳湖水体中硝态氮与氨氮的转化去除 研究	李艳红	李荣昉	夏莉莉	胡春华 (239)
浅析鄱阳湖生态经济区建设中的水土保持 工作	吴高伟	李荣昉	余 雷	曾宇军 (245)
三峡库区土壤侵蚀定量遥感监测	许小华	雷 声	张秀平	(249)
以生态农业基本理论为指导, 优化水库立体开发模式	许新发		熊式辉	(256)

四、湖泊富营养化

Environmental and Ontogenetic Effects on Intraspecific Trait Variation of a Macrophyte Species across Five Ecological Scales Hui Fu Guixiang Yuan Jiayou Zhong Te Cao Leyi Ni Ping Xie	(265)
--	-------

鄱阳湖水质时空相关性及其因素分析	李艳红	成静清	郭春晶	(288)
鄱阳湖湖区三站点水质评价及其变化特征				
研究	莫明浩	方少文	宋月君	涂安国 (293)
鄱阳湖典型区段水体氮磷等污染发生频率与成因特征				
研究	胡绵好	袁菊红	卢福财	李荣昉 许新发 (300)
鄱阳湖湿地植被秋冬季变化多源遥感监测分析	雷 声	张秀平	许小华	(307)
太湖蓝藻水华灾害风险分区评估方法研究	刘聚涛	杨永生	姜加虎	高俊峰 (314)
太湖蓝藻水华灾害灾情评估方法初探	刘聚涛	杨永生	高俊峰	姜加虎 (322)
太湖蓝藻水华分级及其时空变化	刘聚涛	杨永生	高俊峰	姜加虎 (329)

一、水生态环境评估

SHUI SHENG TAI HUAN JING ZONG HE ZHI LI YU BAO HU

鄱阳湖区水体溶解氧现状及环境影响因素分析

李艳红, 成静清, 夏丽丽, 李荣昉

江西省水利科学研究院

摘 要: 根据 2007—2011 年对鄱阳湖表层水体的监测数据, 对鄱阳湖进行了溶解氧的现状分析以及年内变化趋势分析, 同时也对溶解氧及其相关因素进行了较详细的分析。结果表明: 鄱阳湖溶解氧含量介于 5.2~11.91mg/L 之间, 按照溶氧的水质标准, 鄱阳湖主要为 I、II 类水, 少部分地区水质在 III 类水或 III 类以下。鄱阳湖区溶解氧在时间上基本上是按丰水期、平水期、枯水期逐渐增加, 其中枯水期溶解氧含量相对偏高。进一步进行相关性分析, 溶解氧与水温呈显著的相关, 与 pH 有协同作用; 溶解氧与总氮总磷呈负相关, 其中与总磷的相关性更显著, 与硝氮呈正相关, 与氨氮呈显著负相关; 营养盐的增加会削弱水温对溶解氧的作用, 大水面作用是鄱阳湖溶解氧的主要来源。

关键词: 溶解氧; 相关性; 鄱阳湖; 环境因素

溶解氧 (Dissolved Oxygen, DO) 是溶解在水中的分子态氧, 常温下水中溶解氧的量大约为 8~14mg/L, 在淡水生态系统和水环境生物地球化学循环中具有重要意义^[1]。水体中的溶解氧主要来自大气中的氧, 溶解氧是维持水生生物生存的必备条件, 并参与部分物质转化, 是衡量水质的重要指标^[2]。有关研究表明: 在比较清洁的河流和湖泊中, 溶解氧一般在 7.5mg/L 以上; 当溶解氧在 5mg/L 以下时, 各种浮游生物不能生存, 大多数鱼类则要求溶解氧在 4mg/L 以上; 好氧微生物生存的先决条件是 DO 应保持在 2~5mg/L 之间; 当溶解氧在 2mg/L 以下时, 通常称该水体低氧或缺氧 (Hypoxia), 溶解氧为 0mg/L 时, 被称为无氧 (Anoxia)^[3-4]。

随着河流、湖泊等水体污染问题的日益突出, 国内主要河流和湖泊水体相继开展了对溶解氧的监测^[5-6]。鄱阳湖是中国最大的淡水湖, 位于江西境内, 汇集赣江、修水、鄱江 (饶河)、信江、抚河等水经湖口注入长江。近年来, 随着我省工业化、城市化快速发展, 鄱阳湖与其密切相关的区域面临严重的水生态安全的威胁, 水质持续下降, 水质日渐营养化^[7]。作为维持水体生态环境动态平衡的重要环境因子^[8] DO 的研究显得至关重要。本文针对鄱阳湖由中营养向富营养转化的环境现状, 通过对鄱阳湖水体中 2007 年以来的 DO 浓度及营养盐含量数据的统计, 分析 DO 与生态环境因素及营养盐转化的相关性, 探讨影响鄱阳湖水体溶解氧浓度的主要生态环境因素, 对鄱阳湖水环境的保护起一定的作用。

1 材料与方法

1.1 数据收集及样点分布

年度数据收集为 2007—2011 年对鄱阳湖表层水体溶解氧的监测数据, 实验采样点位如图 1 所示。在鄱阳湖区, 根据水体经纬度及区域环境条件, 因丰枯水期鄱阳湖的水淹没区不一样, 故布点有所差异, 枯水期布点 30 个, 丰水期增设 13 个。

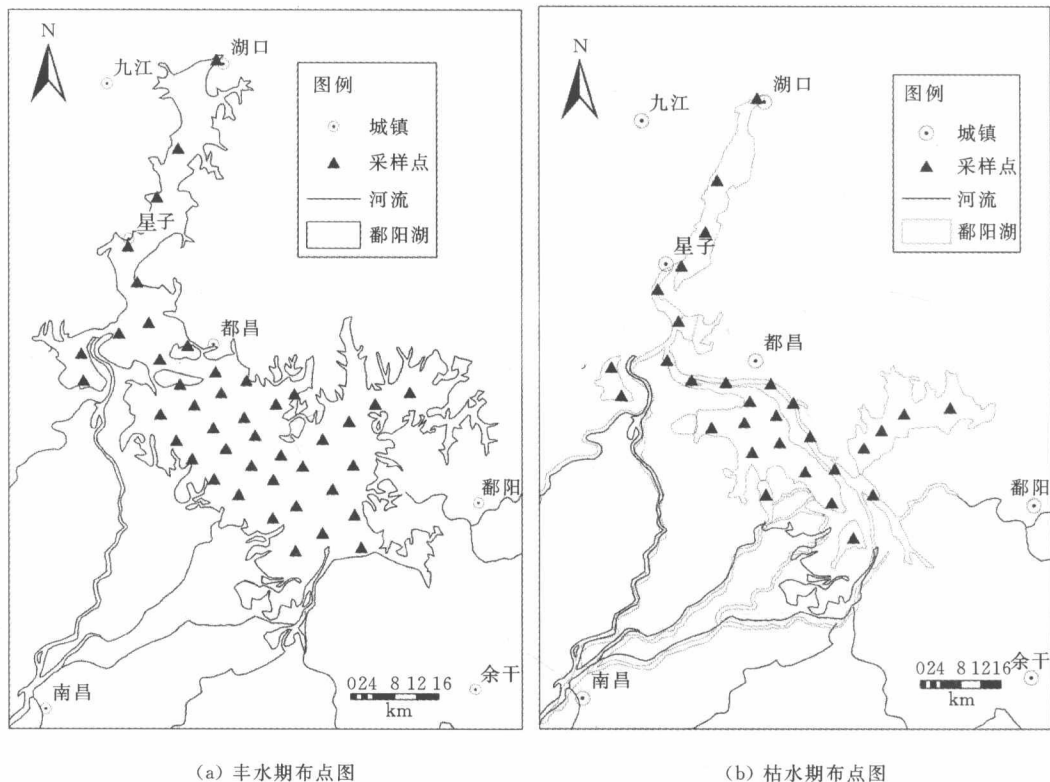


图 1 丰、枯水期布点图

1.2 样品测定方法

水样的测定按照国家标准方法^[9]测定水质, pH、DO 在现场用 HACH 便携式现场分析仪进行测定, 水温用酒精温度计按《水和废水监测分析方法》进行测量。氨氮 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) 采用纳氏试剂分光光度法测定, 硝酸盐氮 ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) 采用酚二磺酸分光光度法测定, 总氮 (TN) 采用过硫酸钾氧化紫外分光光度法测定。总磷 (TP) 的测定方法钼酸铵分光光度法 (GB/T 11893—1989), 采用重量法测定悬浮物 SS (GB/T 11901—89), 所有样品均测定 3 次, 取其平均值作为测试的最后结果。

2 结果与讨论

2.1 溶解氧现状以及年内变化趋势

鄱阳湖近 5 年同一水期, 溶解氧最高值为 2011 年的枯水期, 达 11.91mg/L ; 最低值

为 2009 年的丰水期, 为 5.2mg/L。2009 年丰水期气温偏高, 很多地方遭特大暴雨袭击, 引发洪涝灾害, 造起水体混浊, 从而造成了 5.2mg/L 的谷值。除却个别月份, 总的来说 DO 值 5 年内的相对值还是比较稳定的, 不同断面的 DO 浓度变化不大, 但在同一年内由于溶解氧的主要影响因素是温度和光照, 故随季节变化很明显, 除 2010 年溶解氧变化为枯水期 (10.91mg/L) → 丰水期 (7.75mg/L) → 平水期 (7.19mg/L), 其余均从枯水期 → 平水期 → 丰水期呈递减趋势, 其中 2007 年和 2009 年最具代表性, 分别是 11.44mg/L、8.62mg/L、7.37mg/L 和 11.47mg/L、7.48mg/L、6.08mg/L; 2008 年、2011 年平水期与丰水期差距不大, 如图 2 所示。这与鄱阳湖的“丰水一片, 枯水一线”的地理水文特征^[10]有很大的关系; 与冬季相对较低的温度以及较短较弱的光照时间关系也很大。

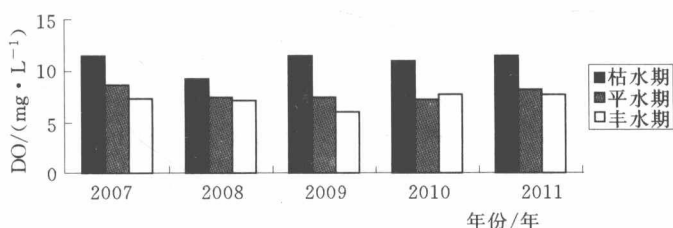


图 2 鄱阳湖 5 年各水期溶解氧水平

取 2007—2011 年五年数据平均值进行溶解氧的年内变化分析, 由图 3 可知, 鄱阳湖的 DO 浓度年内变化表现出夏季低, 冬季高的特点, 呈现先下降后上升的趋势。从 1—5 月, 由于温度回升幅度较大, 溶解氧从 11.88mg/L 几乎呈线性降至 7.18mg/L, 下降趋势很明显, 直至夏季开始稳定; 5—8 月保持在较低的水平, 在 7.18~6.99mg/L 之间变化, 变化幅度较小; 在 9 月达到了谷值, 为 5.4mg/L; 从 9 月开始曲线则在逐步上升。

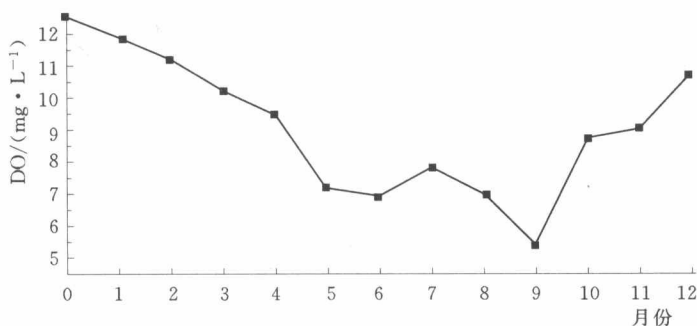


图 3 年内溶解氧年内趋势变化

2.2 溶解氧与环境因素的相关性分析

水体中溶解氧的变化受温度、pH 值、高锰酸盐、悬浮物、营养物质、生物量、水体分层、波浪以及水底地形等多种因素影响^[11-12]。现取该江段几种主要监测水质指标 (pH、水温、TN、SS、TP、 NH_4^+ 、 NO_3^-)，用 SPSS 软件进行相关性分析, 整理得到溶解氧与各环境因子相关性系数表 (见表 1)