

东平湖湿地生态环境特征及 调水工程对其潜在影响

于少鹏 著



哈尔滨地图出版社

哈尔滨学院博士科研启动资金资助

东平湖湿地生态环境特征及 调水工程对其潜在影响

DONGPINGHU SHIDI SHENGTAIHUANJIING TEZHENG JI
DIAOSHUIGONGCHENG DUIQI QIANZAI YINGXIANG

于少鹏 著

哈尔滨地图出版社

· 哈尔滨 ·

图书在版编目(CIP)数据

东平湖湿地生态环境特征及调水工程对其潜在影响/
于少鹏著.—哈尔滨:哈尔滨地图出版社,2008.8
ISBN 978-7-80717-922-1

I. 东… II. 于… III. ①沼泽化地—生态环境—研究—
山东省②引水—水利工程—影响—沼泽化地—研究—山
东省 IV. P942.520.78

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 129517 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址:哈尔滨市南岗区测绘路2号 邮政编码:150086)

哈尔滨海天印刷设计有限公司印刷

开本:850 mm×1 168 mm 1/32 印张:6.656 字数:165 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-80717-922-1

印数:1~300 定价:22.00 元

序

湿地是地球上具有强大生态、环境与资源功能的独特自然综合体，是人类孕育的摇篮和重要的生存发展空间；是地球上与森林、海洋相并列的三大生态系统之一，素有“地球之肾”之美誉；湿地研究对支持人类社会的可持续发展，具有重大意义。近半个世纪以来，湿地研究日渐活跃，然而湿地科学毕竟是一门多学科交叉的新兴科学，其理论体系尚未形成，实践应用也在大力探索中。

地球上的淡水绝大多数储存于湿地环境，随着淡水紧缺，人类重大调水工程正在快速增加，我国的南水北调工程对解决北方水资源问题意义重大。然而，调水工程对湿地及相关生态系统的影响效应，仍是一个尚未解决的问题。

《南水北调总体规划》确定了东、中、西三条调水线路，将长江、淮河、黄河和海河四大水系相联结，构成“四横三纵”的总体格局。其中东线工程可缓解黄淮海平原东部、胶东地区乃至北京的资源性缺水问题，具有重要的战略意义，对沿线湖沼湿地的生态环境也将产生较大影响。

于少鹏博士在我国著名湿地研究中心——中科院东北地理与农业生态研究所攻读博士学位期间，致力于湿地研究，是首位研究南水北调东线工程湿地环境效应的青年学者。他采取GPS定位采样法、GIS集成法对东平湖湿地生态环境现状特征进行综合分析，采用综合分析法、统计分析法和模型等方法系统地预测分析东线工

程对湿地水环境、生物群落、景观格局以及生态环境功能的影响机理和效应。并对如何避免河湖湿地对调水水质的影响，提出合理建议，受到有关专家好评。先后发表相关文章十余篇。博士毕业后，他锲而不舍，克服种种困难，将前期成果进一步凝练、提升，终于形成本书，呈献社会。

本书突出特点是全面分析东平湖湿地综合特征，揭示调水过程对东平湖湿地生态环境影响的机理，以二期工程为主要目标，突出定量化，综合预测分析其对东平湖湿地生态环境的影响效应。此外设计人工湿地污水处理系统，以辅助净化调水水质并优化东平湖湿地水环境，这对支持调水工程健康运转，显然十分重要。

根据广义湿地定义，调水工程实质是对湿地水网结构的优化，进而发挥水资源平衡的功能。本书尽管立足于东线工程对调蓄湖泊湿地生态环境影响的预测研究，但区域上具有人口密度高、生态环境干扰程度高，以及现代经济发展速度高等特征。因此，本书在探索调水与湿地关系上，具有一定特色，在方法论上也具有样本意义。从近年国家对南水北调东线工程生态措施不断出台的情况来看，本书的一些预测和建议是科学、合理的，体现出一定的学术价值和实践指导意义。

本书的问世是一种有益探索，意义重大。由于无成熟先例可循，成书时间仓促，故在资料的系统性、内容结构等方面，还有需完善之处。期待作者在该领域继续研究，取得更辉煌的成就。

中国科学院

孙良
二〇〇八年

前 言

跨流域调水工程是人类运用现代科学技术，改造自然，改变人类生存环境，保护生态平衡和促进经济发展的伟大壮举。南水北调工程是继三峡工程之后，我国又一个重大的国土建设工程，是实现我国可持续发展战略的重大举措。这项工程的实施，对缓解北方地区水资源严重短缺局面，实现长江，淮河，黄河和海河流域水资源的合理配置，提高水资源综合利用效率，促进经济、社会和生态的协调发展，具有重大意义。将构成我国水资源“四横三纵、南北调配、东西互济”的总体格局。

从20世纪50年代提出“南水北调”的设想后，经过几十年研究，国务院最终确定南水北调工程分为东、中、西三条调水线路实施。其中，东线工程自50年代初就有设想，其后由南水北调规划办公室牵头，淮河水利委员会、海河水利委员会、水利部天津勘测设计院与有关省市、部门协作做了大量勘测、设计、科研工作。最终，淮河、海河水利委员会按照国家部署，编制了《南水北调东线工程规划(2001 年修订)》。

东线一期工程于2002年正式开工，工程线路穿越众多低洼地带湿地分布区。东平湖湿地是东线工程重要的调蓄湖泊，因而工程的实施必将对东平湖湿地的生态环境形成相应的潜在影响，既包括有利方面，也有不利因素。本研究立足于通过东线工程对东平湖湿地生态环境潜在影响的系统性预测研究，分析影响的内在机理和规律，

对东平湖等调蓄湖泊湿地的合理利用及保护具有重大的理论意义；也可调水工程提供部分研究依据，将有助于关于重大调水工程对湿地系统影响机制和效应研究的进一步深入。此外，本研究密切符合国家重大工程，对于调水后如何保障调水工程的水质全面符合标准，对东平湖区域的可持续发展有一定参考价值。

本人关注湖泊湿地研究始于 2002 年就读中国科学院东北地理与农业生态研究所攻读环境科学博士学位之时，其时对调水工程知之甚少，在导师指导下，兴趣日益浓厚，遂以前述内容作为博士论文的研究方向深入钻研。期间发表了数篇有一定影响力的本研究领域论文。2005 年博士毕业后，光阴荏苒，但不敢懈怠，至今终于将博士论文补充、修改，著成此书。

本书以理论联系实际，通过资料收集、实地调研和野外实验，首先分析东平湖湿地生态环境现状，对该湿地生态环境衰退特征进行系统研究，并分析出内在影响因子。在此基础上，力求科学预测分析调水工程对东平湖湿地生态环境的潜在影响，主要包括调水工程对湿地水环境、生物群落、景观格局以及生态环境功能等方面的影响。最终提出调水工程实施后东平湖湿地生态环境可持续发展的若干对策。综合看来，调水工程的实施，将使东平湖湿地生态环境得到一定的优化，形成稳定的新湿地系统。

本研究涉及学科领域较广，由于本人精力和学识所限，文中错误和不足之处在所难免，尤其在预测研究方面。惟愿抛砖引玉，诚请专家、学者多加批评指正。

于少鹏

2008 年 6 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 研究依据、目的和意义	1
一、研究依据	1
二、研究目的	3
三、研究意义	4
第二节 国内外研究进展	5
一、国外研究进展	5
二、国内研究进展	8
第三节 研究内容、技术路线及创新点	12
一、研究内容	12
二、研究方法和技术路线	13
三、创新点	15
第二章 东平湖湿地生态环境现状	17
第一节 湿地自然环境特征	17
一、湿地地理位置	17
二、湿地演变	18
三、地质地貌特征	22
四、气候与水文特征	22
五、湿地水质特征	23
六、土壤条件及底泥沉积特征	24
第二节 湿地生物群落结构	26
一、水生植物	26
二、浮游生物	28
三、底栖动物	30
四、湿地鱼类	32

五、湿地鸟类·····	34
第三节 湿地景观格局及湿地生态环境功能·····	35
一、景观格局特征·····	35
二、东平湖湿地生态环境功能·····	39
第四节 湿地生态环境的衰退及其驱动因子·····	43
一、湿地生态环境衰退主要特征·····	44
二、衰退驱动因子分析·····	49
第三章 东线工程对湿地水环境的影响·····	58
第一节 东线工程概况·····	58
一、工程总体布局·····	59
二、工程规模及调水量·····	61
三、工程治污规划及其特点·····	63
四、工程沿线调蓄湖泊湿地的内在关联·····	64
五、工程对东平湖湿地生态环境影响流程分析·····	66
第二节 工程对湿地地表水环境的影响·····	69
一、对湖泊水文情势的影响·····	69
二、对湖泊水动力结构的影响·····	72
三、对湖泊水体理化性质的影响·····	75
四、对湖泊水质污染的影响·····	82
五、对湖泊水体富营养化的影响·····	85
第三节 工程对湿地地下水环境的影响·····	92
一、水位时空变化·····	92
二、水质变化·····	96
三、引起盐渍化、沼泽化过程的时空分析·····	99
第四章 东线工程对湿地生物群落的影响·····	103
第一节 工程对湿地水生植物影响的预测分析·····	103
一、水深增加及水面变化的影响效应·····	103
二、透明度变化的影响效应·····	104
三、水质及富营养化程度变化的影响效应·····	105

四、综合影响分析	105
第二节 工程对湿地浮游生物影响的预测分析	108
一、工程对浮游植物影响效应分析	108
二、工程对浮游动物影响效应分析	116
第三节 工程对湿地底栖动物影响的预测分析	126
一、水深增加的影响效应	126
二、底质变化的影响效应	128
三、水生植物变化的影响效应	129
四、水质好转的影响效应	130
五、综合影响分析	131
第四节 工程对湿地鱼类影响的预测分析	132
一、调水廊道对鱼类区系的影响效应	133
二、水质改善的影响效应	136
三、水位及水动力条件变化的影响效应	136
四、网围、网箱养殖面积变化对鱼类产量的影响	142
五、综合影响分析	142
第五节 工程对湿地水禽影响的预测分析	144
一、水禽栖息地划分	144
二、调水后水禽栖息地的变化	147
三、栖息地变化对水禽的影响效应	147
第五章 东线工程对湿地景观格局及生态环境功能的影响	149
第一节 工程对湿地景观格局的影响	149
一、调水形成的干扰作用	149
二、工程对湿地景观格局的影响	151
第二节 工程对湿地生态环境功能的影响	156
一、生态环境各功能的变化	156
二、功能变化内在原因分析	162
三、功能变化利弊分析	163
第六章 东平湖湿地生态环境可持续发展的若干对策	165

第一节 湖区沼泽化的合理利用——沼泽湿地的恢复·····	165
一、利用调水恢复沼泽湿地的意义·····	165
二、利用调水恢复沼泽湿地的可行性分析·····	167
三、沼泽湿地恢复的合理地域空间与时间·····	169
第二节 利用人工湿地辅助净化水质的设计和运用·····	170
一、人工湿地优势分析·····	171
二、人工湿地在东平湖水质净化中的设计、运用·····	173
三、运行过程中需要注意的问题·····	178
第三节 建立湖泊湿地保护区·····	179
一、湖泊湿地保护区建立的必要性和意义·····	179
二、湖泊湿地保护区建设原则和功能区分·····	181
第七章 结论与展望·····	184
一、结论·····	184
二、展望·····	189
参考文献·····	190
后记·····	203

第一章 绪论

第一节 研究依据、目的和意义

一、研究依据

(一) 预测东线工程对调蓄湿地生态环境影响具有创新性

湿地科学是一门正在发展中的学科，也是一门多学科交叉的复杂科学，它的完整理论体系尚未形成。其中人类重大调水工程对湿地系统的影响效应仍是一个尚未解决的问题。特别是以满足人类多方面用水为目的的跨流域调水效应问题，则更为复杂。如何在调水过程中既保障调水水质的安全，又能够优化调蓄湿地的生态环境，是当前需要解决的重要问题。因此，本研究通过预测分析南水北调东线工程（本书简称为调水工程）对东平湖湿地生态环境的影响，试图进一步揭示调水工程对湖泊湿地生态环境潜在影响的机理与效应，从而做出在理论上具有一定创新意义的成果。

(二) 预测东线工程对调蓄湿地生态环境影响的必要性

我国水资源分布具有时空不均衡性，南多北少，年内、年际变

差大,北方地区存在资源性缺水问题。为缓解矛盾,同时考虑西部大开发的需要,国务院于2002年12月23日正式批准了《南水北调总体规划》。规划确定东线、中线和西线三条线路,将长江、淮河、黄河和海河四大水系相联结,构成了“四横三纵”的总体格局。其中,东线工程具有重要的战略意义,可从根本上缓解黄淮海平原东部及胶东地区的资源性、污染性和生态性缺水问题。而东线工程对沿线湖沼湿地的生态环境将产生较大影响,其中所受影响最大的是直接与工程发生水力联系、在工程中起调蓄作用的湖泊湿地。调水改变水平衡与水文循环会引起环境的变化(刘昌明,1996),水文情势的变化又制约着湿地环境的诸多生物、物理和化学特征,从而影响到湿地的结构与功能(邓伟,2003)。由于东线工程通过大量湖泊湿地,这显然存在调水安全的重大问题,而我国目前还缺乏这方面成熟的理论和经验。通过对国务院南水北调办公室调研以及分析《南水北调工程生态环境保护规划简介》得知,南水北调工程设计指出今后应该立专项对工程对调蓄湖泊生态环境影响进行系统性科学研究和观测。本研究主要是基于这一背景,意在通过对东平湖湿地的典型剖析,为在调水工程实施的同时如何保护调蓄湖泊湿地生态环境提供有意义的参考。

(三) 东平湖湿地具有一定代表性和重要性

东线工程所利用的调蓄湿地从南至北包括洪泽湖湿地、骆马湖湿地、南四湖湿地、东平湖湿地、威海米山水库湿地、衡水湖湿地和天津北大港湿地。

这些湿地受到了不同程度的人工控制,并大都属于典型的浅积水内陆淡水型湿地(水体含盐量 $\leq 1\text{ g/L}$ 或土壤表层含盐量 $\leq 0.1\%$),只有北大港湿地属于微咸水型湿地。湿地生物种群结构具有一定的趋同性。湿地生态环境也都存在着不同程度的退化(于少鹏等,

2005)。东平湖湿地是东线工程重要的调蓄湖泊湿地：担负着调蓄长江客水后，向天津、河北以及胶东地区双线调水的重要任务。东平湖湿地地理位置具有鲜明特点，地处黄河和淮河两大流域的交界，是黄河下游重要的蓄滞洪区，分为老湖区和新湖区两部分。目前仅老湖区常年积水，平均水面面积约 133.3 km^2 (李汝庆等，2002)，新湖区已基本被开垦为农田。湿地所在地山东省泰安市东平县是国家级贫困县，该湿地是东平县的重要经济支柱，在 2001 年刚刚被确定为市级自然保护区。因而，研究调水工程对其生态环境的影响，具有一定的典型性和重要性。

(四) 应用“3S”技术研究具有可行性

“3S”技术——遥感技术(RS)、全球定位技术(GPS)、地理信息系统技术(GIS)，将宏观信息、空间精确定位与空间分析功能有机地结合起来，有助于快捷地掌握东平湖湿地的现状特征，是研究东平湖湿地的重要手段)。因而“3S”技术为本书的预测研究提供了技术支撑。此外，东平湖是一个面积适中，文献资料相对丰富的浅水湖泊湿地，虽然该湖的系统较复杂，但采样、调查研究的难度相对较小，易于达到预期目的。

二、研究目的

(一) 全面、系统分析东平湖湿地生态环境特征。

(二) 分析调水工程对东平湖湿地生态环境的影响过程与机制，并预测其潜在的综合影响效应和调水后东平湖湿地生态环境发展趋势。

(三) 提出在保障调水工程顺利运转的前提下，保护东平湖湿地

生态环境的相应对策。

三、研究意义

(一) 理论意义

湿地是地球上物质流和能量流最活跃的场所。湖泊湿地是湿地中一个重要的组成类型。作为维持整个系统的关键要素,水量的有无、多少对湖泊湿地有着根本的影响,水量、水动力和水质等状况的改变必将对包括水环境、底质沉积环境、生物种群结构、湿地景观和功能在内的湿地生态环境产生影响。调水工程是人类谋求水资源优化配置的一种模式。调水工程大多是穿越低洼地带湿地分布区,在利用沿线调蓄湖泊湿地的同时,将会对其生态环境诸方面产生一定的影响效应。本研究立足于通过东线工程对调蓄湖泊湿地生态环境影响的系统性预测研究,分析影响的内在机理和规律,将对调蓄湖泊湿地的合理利用及保护具有重大的理论意义;也可为调水工程提供部分科学资料和依据,将有助于关于重大调水工程对湿地系统影响机制和效应研究的进一步深入。

此外,本研究密切配合国家的重大工程,对于调水后如何保障南水北调东线工程的水质全面符合调水标准,有一定的参考意义。

(二) 实践意义

东平湖湿地是东平县的重要经济支柱。按照东线工程规划,东平湖湿地是调水工程中重要的调蓄枢纽。作为一项人类改造自然的巨大活动,东线工程必然会对东平湖湿地生态环境产生一定的、正负面兼有的双重影响效应。

这些效应对具有一定生态脆弱性的湿地而言,将是缓慢而长远

的,尤其是负面效应,一旦形成,短时期不会逆转。所以,研究调水工程对东平湖湿地生态及环境的影响并提出一定的调控对策,对调水工程实施以后东平县合理、有效开发并保护东平湖湿地资源与环境,使其能够更好地发挥湖泊湿地功能提供有价值的参考作用,最终为东平湖区域的可持续发展提供重要依据。

第二节 国内外研究进展

一、国外研究进展

人类历史上早期的调水工程的目的大多是为了农业灌溉和运输。到了 20 世纪初,跨流域调水工程迅速发展起来,并且向着多元化、综合利用水资源的方向发展。据统计,世界上近 40 个国家已建成、在建和计划中的调水工程约有 300 多项(杨立信, 2003)。至 2002 年国内外调水工程总调水量约为 6 100 亿 m^3/a ,主要集中在五大调水国——加拿大(1 410 亿 m^3/a),印度(1 386 亿 m^3/a),巴基斯坦(1 260 亿 m^3/a),前苏联(722.5 亿 m^3/a),美国(342 亿 m^3/a)。

20 世纪 70 年代以前,国外调水工程(含计划项目)的目标从农业灌溉、航运转到了发电、灌溉、防洪、城市供水、旅游开发、生态环境保护等多元化目标上,但调水工程规划大都考虑的还是以经济效益为主。因此,对调水工程研究工作的重点放在了与经济效益密切相关的输水工程建设、水资源利用效率研究(Wells, 1971)、输水线路及布局的研究(Richards, *et al.*1994)、水质研究(D.V.GW, 1962; Sierp, 1967)、水权及水管理研究(Mirza, 1975; Radosovich,

1975)等方面。而对湖泊等湿地水体生态环境的效应研究深入程度不够,导致生态环境的不平衡现象时有发生,如俄罗斯北水南调工程产生的喀拉海蒸发、水温 and 含盐量的变化、极地冰盖扩展、西伯利亚大片森林被破坏、北冰洋海域渔产减少等问题(汪明娜, 2002)。

关于大型调水工程对湖泊湿地的水文情势、自然景观、水生和陆生生物等在内的自然生态环境的影响研究在 1970 年以后才逐渐发展起来(И.А.Шикломанов, 1987)。在此时期,发达国家关于调水工程的利弊争论增多(Biswas, 1983),导致调水工程在全球发展的速度缓慢,只有一些发展中国家仍在建设。鉴于以前调水工程产生的生态环境问题,此后开工、续建或规划中的调水工程都开始严格地考虑了对湖泊、河流等自然生态环境的保护,如美国、加拿大在续建工程中增加了生态保护的补充措施;印度、巴基斯坦等也重新评估了调水对生态环境的影响(杨立信, 2003);前苏联地区自 20 世纪 80 年代以来特别关注了自然和人为改变湖泊、河流、海洋水资源及水文情势和自然气候条件的远景预测。德国埃朗根—纽伦堡大学在 1999 年对调水工程对巴伐利亚州的湖泊等水体环境从水质、蒸发损失、防洪等方面进行了评价(Overhoff, 2001)。归纳起来,这段时期对湖泊湿地的研究方向主要侧重于水污染问题(Overhoff, 2001),湖区土地的盐渍化、沼泽化问题(Biswas, 1979a; 1979b),调水后人群的疾病、健康问题(Leonard and Thayer, 1999; Brinkmann and Schmidt-Ehry, 1988),以及缓解地面沉降问题(Larson, 2001)。此外,对于外来物种的入侵问题也有了一定的研究。

上述国家的研究表明,调水工程对取水区、输水区、用水区的自然生态环境影响的效果不同,并且都存在正、负面影响。这些研究主要是从区域角度出发。在输水区域中主要研究了沿河槽输水、沿渠道输水的影响,包括年径流量、水位、水温、地下水水位、沼泽化、蒸发、水陆生物系统改变、底部沉积的搅混、水质和水产品减