

生态机理法在工程方案生态影响评价中的应用

——以铁岭莲花湖清淤扩容及堤坝生态建设工程为例

刘雪华*, 孙岩, 廖程浩, 何祥博 (清华大学环境科学与工程系, 北京 100084)

摘要: 以铁岭莲花湖清淤扩容及堤坝生态建设工程方案的生态影响评价为例,应用生态机理法,提取了淤泥分布、水深变化、鸟类迁徙和鸟类生境等 4 个工程施工影响因子,运用空间分析和生境制图等方法将工程建设对 4 个因子影响的生态机理进行模拟评价,并根据评价结果对工程的施工提出了可选择的适宜施工时间、不同区域的淤泥回填和挖掘方式等方面的建议.研究表明,当工程项目对生态系统的影响具有复杂性和长期性时,生态机理法可以较好地对潜在影响进行评价并预测生态系统的演替方向.生态机理法作为一种经验性的方法,更适用于对稳定生态系统的预测,而不适用于一些不稳定因素存在的系统.

关键词: 生态机理法; 环境影响评价; 清淤扩容; 堤坝建设; 莲花湖

中图分类号: X826 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6923(2008)09-0818-05

Ecological mechanism method applied on environmental impact assessment—Taking plan of dredging-enlarging and bank-construction projects in the Lianhua Lake of Tieling City as an example. LIU Xue-hua^{1*}, SUN Yan¹, LIAO Cheng-hao¹, HE Xiang-bo¹ (1.Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China). *China Environmental Science*, 2008,28(9): 818~822

Abstract: Ecological Mechanism Method (EMM) is very important in Environmental Impact Assessment (EIA). Taking the example of EIA for the dredging-enlarging and bank-construction projects' plan in the Lianhua Lake, this paper explained the formation and strategy of using EMM from the methodology point of view. This method was practiced through evaluating four factors of EIA, which are dredging, water depth changing, bird migration route and bird habitat types. Spatial Analysis and Habitat Mapping methods were effectively applied during the EMM. EMM is a practical method especially when the environmental influence of the project is very complicated and needs a long period to appear. EMM could not only evaluate the influence of the engineering but also predict the ecological succession. In addition, it should be paid attention that EMM is more efficient when being applied to stable eco-systems.

Key words: ecological mechanism method (EMM); environmental impact assessment (EIA); dredging-enlarging; bank-construction; Lianhua Lake

动植物及其生存环境是一个有机整体,当环境受到影响时,对动植物的个体、种群和群落也会产生影响.生态机理法是指通过对动植物及其生态条件的分析,预测工程项目对动植物个体、种群、群落、区系及栖息地的影响,并预测生态系统的演替方向^[1-2].该方法需要较翔实的生态学知识,有时还需要多学科合作进行评价,才能得出较为客观的结果.少数学者在过去的研究中提到或简单运用了生态机理法进行工程生态影响评价的预测^[3-7],但在实际研究中缺乏具体的实例以及对生态机理法原理的总结和归纳.

由于生态系统的复杂性,建设项目对动植物以及生态系统的影响并不都是直接的、短期的,更多时候是对整个系统生态演替的间接、长期影响,因此无法在短时间内通过实验和测定来反映.生态学的普适性原理以及生态系统规律可以用于解释分析一定的因果关系,这也是生态机理法的优势所在.运用生态机理法进行预测时可采用生境模拟、生物习性模拟、生物毒理学试验、实地栽培试验或放养试验等手段,也可与计算机模

收稿日期: 2008-03-24

* 责任作者, 副教授, xuehua-hjx@tsinghua.edu.cn

拟生境技术、生物数学模型等结合运用。

本研究针对辽宁铁岭莲花湖清淤扩容及堤坝生态建设工程施工的目的和方案,结合研究区域内鸟类栖息地的生态保护重点,应用生态机理法进行生态环境影响评价。

1 研究区域

莲花湖湿地位于辽宁铁岭市新老城区之间,是重要的湿地生态系统和迁徙鸟类的栖息地,在维持铁岭市生态平衡和可持续发展方面具有重要作用。然而,由于长期接纳污、废水,使莲花湖沉积了平均厚度为 1.6m 的淤泥层,淤积造成湖面缩减、雨洪调控能力和湖体水质下降、生态环境功能降低等问题。实施清淤工程是当前维护湖泊一定库容、去除污染的有效手段。另外,堤坝的生态建设也可以改变当前堤坝功能单一、缺乏生态景观协调性等问题。

由于工程施工区域主要集中于莲花湖湿地的得胜台水库及周围,所以本研究中对环境因子的空间分析与评价也主要以得胜台水库为主。

2 研究方法

2.1 实地考察

项目组于 2006 年 11~12 月对莲花湖湿地进行了实地考察,包括了解研究区地理位置、生态系统类型和组成、鸟类栖息地状况等。同时,到周边地区的湿地、稻田、河流进行生态考察,了解各种生态系统类型及其分布、鸟类可利用的生境状况。按照环境特征和植被组成对鸟类的栖息地进行分类,确定不同类型鸟类栖息地的位置、范围以及质量状况。

2.2 走访调查、资料搜集

在莲花湖湿地周边村落进行走访调查的主要对象,一是有经验的管理人员和村民,从中了解当地的社会经济、土地利用、湿地生态状况以及对野生动物的保护等情况;二是政府机构,收集莲花湖湿地鸟类组成、气候、植被、土壤、水利等相关资料以及莲花湖湿地保护、水系保护等方面的资料和图件。另外,通过查阅图书、论文等文献资料,进一步收集了研究区域鸟类分布、栖息和迁徙的有关资料。

2.3 空间模拟

采用遥感(RS)技术、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)等手段,对数据资料进行空间数字化模拟,如莲花湖内淤泥沉积、水深变化状况、鸟类栖息地变化等。

2.4 鸟类生境图制作

为真实地展示得胜台水库的各种生境及鸟类栖息地,在制图中综合运用了卫星遥感影像(Landsat TM)、得胜台水库淤泥厚度图、水深图以及实地调查图(结合 GPS 定位现场勾绘草图),通过 ARCINFO、ERDAS 软件工具将其融合、叠加生成得胜台水库鸟类栖息地图。

3 结果与讨论

3.1 主要影响因子分析结果

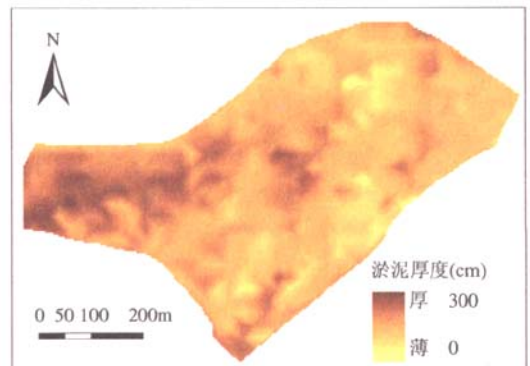


图 1 得胜台水库湖底淤泥厚度的空间分布
Fig.1 Spatial distribution of the silt thickness in the Deshengtai Reservoir

3.1.1 淤泥分布 得胜台水库湖底淤泥厚度的空间分布如图 1 所示,总体呈现由东向西厚度递增的趋势。水库东部区域淤泥厚度,多在 1.5m 以下,但由于东部区域原有地势较高,淤积使地面抬高,在枯水期大片地表露出,淤泥呈黑色龟裂状。中部区域淤泥厚度居中,除中心和南方局部淤泥厚度均超过 2.2m 外,其余部分淤泥厚度在 1.5m 左右,这一区域在枯水期也会有大片泥面露出地表,呈棕褐色,但龟裂不如东部区域明显。水库西部和西北部淤泥厚度,平均在 2m 以上,最厚处超过 2.5m,但此处水深也较深,枯水期地表不易露出。

3.1.2 水深变化 得胜台水库的水深等值线如图 2 所示,水深分布总体情况是由东向西逐渐加深.东部和东南部大部分地区的水深都很浅,平均水深在 0.5m 以下,在枯水期会有大片淤泥浅滩露出地表.从水库中部向西,水深逐渐加大,中部区域水深接近 1.0m,而在西北部深水区水深超过 1.0m,最深处有 1.7m.此外,在南部顶角处水深也较大,平均在 1.0m 左右.

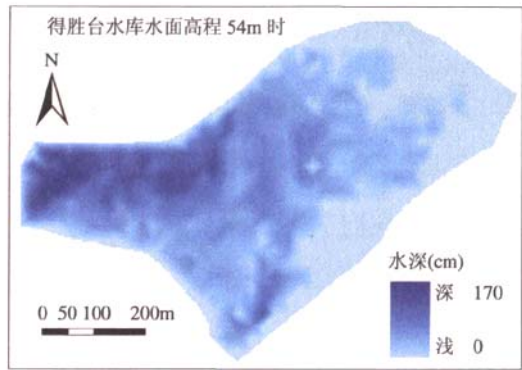


图 2 得胜台水库水深等值线
Fig.2 Spatial distribution of the water depth in the Deshengtai Reservoir

由图 1,图 2 可以看出,要清淤扩容,最重要的是清除水库西部深水区的淤泥.而在水库东部和东南部,虽然淤泥在枯水期会露出地表,较易实现清淤,但可以清除的淤泥不太厚,而且这部分浅滩为湿地动植物提供了良好的生长环境,是水库中浅水光滩涂和大型挺水植物群落 2 种重要湿地生境的主要分布区,也是涉禽的重要生境.因此,如果要对东部和东南部进行清淤扩容施工,必须考虑保留足够面积的浅水光滩涂和香蒲群落等湿地典型生境,并在清淤中注意保留斜坡岸滩和淤泥回填等问题.

3.1.3 鸟类迁徙 铁岭位于我国鸟类迁徙的东部路线上.莲花湖湿地所在的东亚—澳大利亚鸟类迁徙路线每年大约有 68 种涉禽约 800 万只鸟类迁徙.莲花湖湿地距离国家级扎龙自然保护区较近,也是丹顶鹤等一些国家重点保护鸟类的潜在停歇地,所以在迁徙季节和繁殖季节加强保护工作,对本地区鸟类资源具有特别重要的意义.根

据鸟类的活动时间(如表 1 所示),施工应该尽量安排在第 1 年的 12 月至第 2 年的 3 月,而不能安排在每年的 3~9 月.这一工程时间安排的建议将在工程的具体实施中起重要的指导作用.

表 1 不同时间鸟类活动与施工的关系
Table 1 Bird activities in different months and their relationship to the engineering

时间	鸟类活动	与施工的关系
12~3 月	鸟类越冬时间.以留鸟为主,数量不大,种类集中在林、湖周边区域	施工的最佳时期,适宜大规模集中施工,注意对树林的保护
3~6 月	鸟类春季迁徙高峰期.利用开阔水面为主,以光滩等边缘生境为辅的生境进行停歇,鸟类数量大	停止大规模施工,适宜进行小范围的修补(堤岸的绿化等),注意施工人员的数量,以免造成人为干扰
6~9 月	鸟类的繁殖期.主要利用堤岸灌丛和芦苇香蒲群落等生境进行繁殖	最好停止施工,减少水面上人员数量,尤其是远离芦苇香蒲群
9~11 月	鸟类秋季迁徙高峰期.利用开阔水面、滩涂作为停歇地,数量、种类增加	不宜在湖内作业,避免大规模施工



图 3 得胜台水库鸟类生境的空间格局
Fig.3 Spatial distribution of different types of bird habitat

3.1.4 鸟类生境 莲花湖湿地的鸟类栖息地共分开阔水面(深水和浅水区)、光滩涂、芦苇和香蒲沼泽、灌草丛、防护林、稻田、鱼塘、村落 8 个类型(见图 3).得胜台水库及其四周的鸟类栖息地生境类型的分布结构具有很典型的内陆淡水水库湿地特征.沿着水库中心向堤岸的方向,鸟类生境从开阔水面开始,依次有开阔水面、浅水岸滩、光滩涂、水生湿地植被(主要为芦苇和香蒲

沼泽)、堤岸边坡灌草丛和堤岸防护林(高大乔木),在堤岸外还有一些芦苇塘以及大片的人工湿地(稻田),其中深水区和浅水区面积占栖息地总面积的 69%,香蒲沼泽占 15%,其他类型占 24%,这为水禽、涉禽、陆禽等各种鸟类提供了丰富多样的觅食休息或者繁殖的生境。

3.2 生态影响评价

3.2.1 水库清淤扩容工程的生态影响评估 由图 4 可见,清淤工程可以使湿地的水体增加,但是对生态系统和鸟类也存在复杂的影响。底泥是有效阻止湖水下渗的隔水层,由于莲花湖地区下部土壤为不隔水的沙质土,如果清淤过程破坏了隔水层,莲花湖有可能成为一个巨大的“漏斗”,最终可能导致湿地水位降低,甚至干涸、消失,对湿地的影响可能是灾难性的。另一方面,底泥含有丰富的养分,为微生物、动植物的生长和繁殖提供了环境,淤泥的清除会导致水生生态系统的低营养级生物生境和水生植物基质的消失,使鸟类食物来源减少,导致莲花湖湿地鸟类种群数量和种类的减少,降低湿地的生态价值和观赏价值。在清

掉淤泥的同时可能会使滩涂减少或缺失,直接影响涉禽类的数量和种类。由于减少或失去的滩涂在短期内不可能恢复,意味着减少的涉禽数量、种类很难在短期内增加。清淤后生境格局发生改变,湿地功能也会发生一些改变。滩涂减少和水体增多引起的参与水上活动的游人增多现象,会对鸟类的栖息、繁殖、取食、停留造成很大干扰,鸟的数量、种类也会相应变化。

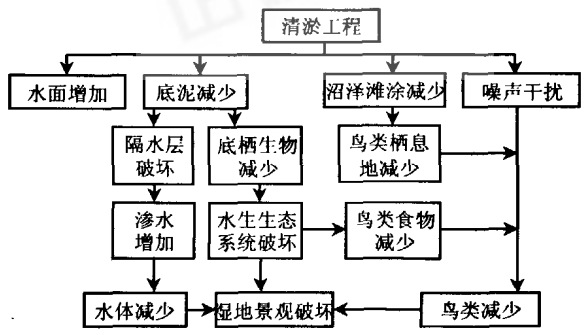


图 4 莲花湖清淤扩容工程的生态影响机理
Fig.4 Ecological impact mechanism of the dredging-enlarging engineering in the Lianhua Lake of Tieling City

表 2 堤坝生态建设工程施工方案及生态影响评估

Table 2 Three schemes of the reconstruction engineering of the reservoir bank and their ecological impact assessment			
方案	方案 1:堤坝整护	方案 2:堤坝扩建	方案 3:堤坝改造
方案内容	仅对原堤坝进行修整和维护,不改变其形状、布局	以原堤坝为基础外扩新建缓坡型堤坝,部分原有堤坝被改造成湖中小岛	将原堤坝改造成缓坡型堤坝
工程直接影响	水面不变,不占周边农田	水面扩大,大面积占用农田	水面扩大,占用部分周边稻田农田.
不利影响	工程对堤坝两侧和湖边滩地的香蒲、芦苇沼泽和灌草坡可能有所破坏.新种植的植物可能对原有的植物种类造成排斥,因此应多选择乡土树种	原有生境会发生格局上的改变,芦苇香蒲沼泽、滩涂、草本、乔木等会遭受严重破坏,施工过程会导致香蒲芦苇数量和面积降低,将对游禽和小型涉禽的栖息和繁衍起产生影响.工程量较大,施工噪声、人为活动将对鸟类产生负面影响,特别是对候鸟影响更大.部分生境会永远遗失,而人工种植的芦苇、香蒲、草、灌木、乔木等短时间内不能发挥原有的生态作用	破坏原堤坝上的草与乔木生态系统,堤坝内部沼泽、滩涂会不同程度损害,使以原堤坝为主要栖息地的本地留鸟如野鸭、麻雀等失去栖息地.增加库容,提高水位,会使原有的滩涂和香蒲芦苇沼泽统统被水面覆盖,失去应有的功能.改造后湖内原有光滩、浅滩消失会对小型涉禽的生存产生不利影响
有利影响	湿地原有面貌不会产生根本性改变,如果施工时间安排合理则施工过程对鸟类影响不大,施工后堤坝得到美化,植物种类增加,鸟类的数量和种类将会保持稳定或略有上升	水体面积会明显增大,湿地面积会显著增加,植物种类会增多,湖心岛会演替成香蒲芦苇群落,为水鸟提供栖息场所.可以为鸟类特别是游禽和大型涉禽提供更大的捕食水面,对多数鸟类如游禽、大型涉禽的栖息、觅食将产生积极的作用	工程量小于第二方案,噪音和人类干扰方面对鸟类负面影响较少.湖水面积扩大将增加鸟类如大型涉禽和游禽的觅食场所;外扩的缓坡型堤坝演替成香蒲芦苇沼泽后,可以为游禽如野鸭、大雁提供更多的栖息地

如果施工计划安排在冬季,这一时期候鸟已经飞往南方,当地的主要鸟类种群是留鸟(如麻雀等),这些鸟类会对噪声、人为干扰具有较强的适应能力.因此,如果只是部分清淤,且采用科学

合理的方式,是可以避开或减轻以上的不利影响,系统会自然修复临时的干扰创伤,向良性发展.同时,合理的清淤也可以清除有害有毒物质,使水质得到净化,有利于生态系统的可持续发展.水体是清淤后主要受益者,水面增加,水质变净.

3.2.2 堤坝生态建设工程的生态影响评估 堤坝生态建设工程主要有 3 种施工方案,其相应的生态影响评估如表 2 所示.评估结果,显示 3 种现有方案在生态影响方面各有利弊,为了综合各方案的优势而避免弊端,可根据生态影响评价的结果提出相应施工建议.

3.3 减少原施工方案生态影响的施工建议

根据对湿地生态系统功能的重要性和整治工程可能产生的影响的分析,提出了避免工程对生态系统产生负面影响、提高工程整体效果的对策方案.

对于清淤工程,为了最大程度减少工程对鸟类活动栖息地产生的影响,应分 3 期实施.第 1 期西部湖区清淤,2007 年 3 月前实施.该区域淤泥较厚,水深也最大,湖体窄,水深处采取挖泥船点状虹吸式作业方式,以保证底栖生物有局部留存,有转移机会,为清淤后快速恢复打下基础.同时考虑回填表层 30cm 的淤泥,因为淤泥中含有大量的涉禽所需食物和生物.第 2 期中部湖区清淤,2007 年年末结冰前实施.该区域在低水位时仍有一定水深,局部淤泥较厚.可以直接用挖泥船进行点状虹吸式清淤作业,以保证底栖生物有局部留存,有转移机会,为清淤后快速恢复打下基础.第 3 期东部湖区清淤,2008 年 3 月前冬季实施.该区域芦苇香蒲沼泽多,低水位时形成的光滩涂面积大,是鸟类隐蔽、繁殖的很好栖息环境.此清淤只需采取机械清淤,但应回填表层 30cm 的淤泥.

对于堤坝改造工程,应维系自然生态系统的结构和功能,适当合理改进局部堤坝.特别是对坡面、坡角和沼泽区,这些局部自然生态系统是经过长期自然演替形成的,其物种组成是相对稳定的,且土壤种子库含有这些物种的种子组成及根系成分,是这些生态系统的优势物种,故改变后将需要耗费大量的人力、物力、财力,以维持新建的不稳定的生态系统.

4 结语

生态机理法作为生态影响评价的重要手段,在不同生态系统与不同工程影响下,其应用具有变化性.本研究对生态机理法的方法学以及实际运用进行了探讨.其中,对淤泥厚度和水深采用的空间分析及对鸟类迁徙所采用的生态机理图的方法可以在今后的类似影响评价案例中结合实际,灵活采用.

生态机理法作为一种经验性方法,更适用于对稳定生态系统的预测,而不适用于一些不稳定因素存在的系统.

参考文献:

- [1] HJ/T 19-1997 环境影响评价技术导则:非污染生态影响.国家环境保护局 [S].
- [2] HJ/T 88-2003 环境影响评价技术导则:水利水电工程.国家环境保护局 [S].
- [3] 蒋固政,李红清,李迎喜.彭水电站对麻阳河国家级自然保护区生态影响 [J]. 人民长江, 2006,37(7):38-40.
- [4] 李 博,杨 持,林 鹏,等.生态学 [M]. 北京:高等教育出版社, 2000:77-80.
- [5] 赵 羿,李月辉.实用景观生态学 [M]. 北京:科学出版社, 2001:65-70.
- [6] 陆雍森.环境评价 [M]. 上海:同济大学出版社, 1999:56-80.
- [7] Molles M C. Ecology: concepts and applications [M]. Boston: McGraw-Hill, 1999:123-140.

作者简介: 刘雪华(1964-),女,江西新余人,副教授,博士,主要从事环境生态、RS/GIS 技术应用和保护生物学研究.发表论文近 80 篇.

致谢: 感谢清华大学项目总课题组和辽宁省铁岭市政府及相关部门为本研究提供的淤泥和水深测定数据.