

漏湖退圩还湖工程设计与水土流失预测研究

周天逸

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 为提高漏湖的防洪调蓄能力,保证湖泊功能的整体发挥,针对漏湖近岸带水生态修复高新区嘉泽片区工程,开展了退圩还湖工程设计和水土流失预测研究。进行工程设计时,因退圩还湖区域总面积达2.381 7 km²,还湖底高程范围为1.50~3.10 m,因此结合现状地形采用了保留现状鱼塘肌理和不保留鱼塘肌理2种地形塑造模式,同时利用Civil 3D软件计算得到工程总挖方量为259.50万m³,总填方量为160.64万m³;进行水土流失预测时,将项目划分成不同计算单元,预测得到水土流失量为1 080.69 t,新增水土流失量为782.09 t。根据研究结果,提出了相应的水土保持防治措施,以控制工程建设中的水土流失。

关键词: 漏湖;退圩还湖;土方工程;Civil 3D;水土流失

中图分类号: TV873

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2026)06-0326-05

Study on Design of the Project of Returning Polders to the Gehu Lake and Soil Erosion Prediction

ZHOU Tianyi

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute(Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: In order to improve the flood control and storage capacity of the Gehu Lake and ensure the overall function of the lake, the design of the project of returning polders and soil erosion prediction research for the Gaoxin and Jiaze area of the Gehu Lake nearshore waters was carried out. The total area of the project's reclamation and lake return area is 2.381 7 km², and the designed elevation range of the lake return bottom is 1.50~3.10 m. Two terrain shaping modes, retaining the current fish pond texture and not retaining the fish pond texture, were adopted according to the current terrain. The total excavation volume of the project was calculated using Civil 3D software to be 2.595 million m³, and the total filling volume was 1.606 4 million m³. The project was divided into different calculation units for soil erosion prediction, and the predicted soil erosion volume was 1 080.69 t, with an additional soil erosion volume of 782.09 t. Corresponding soil conservation prevention measures were proposed to control soil erosion of the project.

Keywords: Gehu Lake; returning polder to lake; earthwork; Civil 3D; soil erosion

0 引言

漏湖是常州的“西太湖”,为苏南第二大淡水湖,其东北大部分属于武进区,南段属于宜兴市,是太湖流域中一个重要的组成湖泊。漏湖是一个集多功能于一体的湖泊,其主要公益功能定位于蓄洪滞涝、供水,主要开发利用功能为渔业,其生态功能主要包括储存水资源(水源地)、防洪减灾、净化水质、保持动植物资源多样性、调节区域气候、生态旅游等^[1-3]。

近几十载,因围垦以及其他人类主导的干预行为,对漏湖区域造成了显著影响,漏湖的面积大大缩小,现状漏湖湖泊自由水面约146 km²,其中常州武

进区面积119 km²。湖泊面积和容积的减小导致湖体调蓄功能衰退,并造成生态功能严重退化。漏湖的开发与利用已超过湖泊的承载力,从保护漏湖的长远目标来看,如果此趋势不得到遏制,将会影响漏湖的湖泊功能,不利于湖泊的健康发展^[4]。漏湖对常州地区自然景观、人文景观和社会经济协调发展、改进城市风貌和提高市民生活品质都有着举足轻重的作用。在长三角经济转型、休闲度假业快速增长、常州进入滨湖时代的背景下,漏湖目前的近岸带和湖体生态系统结构还有待提升优化。

近年来,对鄱阳湖、太湖等大型湖泊的退圩还湖工程研究^[5-7],在扩大湖泊面积、恢复调蓄功能方面积累了丰富的经验。然而,现有研究多侧重于宏观政策与生态效益评估,在具体工程设计中,对于如何基于现状精细化设计地形塑造模式,和同步量化预测

收稿日期: 2026-01-03

作者简介: 周天逸(1993—),男,硕士,工程师,从事水利工程设计咨询工作。

土石方施工可能引发的水土流失方面,尚缺乏案例研究。本文将从这两方面切入,针对漏湖近岸带水生态修复高新区嘉泽片区工程开展研究,为类似湖泊设计提供参考。

1 工程概况

漏湖近岸带水生态修复高新区嘉泽片区工程旨在统筹常州市武进区高新区和嘉泽片区的漏湖退圩还湖、水生态修复、堤防贯通等工程的建设。退圩还湖工程作为其中的一个子项,对提高漏湖的防洪调蓄能力,保证湖泊功能的整体发挥起到了极其重要的作用。

工程对嘉泽片区的新丰圩、白浪圩、土桥圩和赤岸圩进行退圩还湖,涉及面积 1.387 7 km²,其中还湖面积 1.000 3 km²,排泥场面积 0.387 4 km²;对高新区的大洪圩、水产圩和综合场进行退圩还湖,涉及面积 0.994 0 km²,其中还湖面积 0.396 2 km²,排泥场面积 0.597 8 km²。退圩还湖工程总面积 2.381 7 km²,其中还湖总面积 1.396 5 km²,排泥场总面积 0.985 2 km²。

退圩还湖工程总体布置图见图 1。



(a) 嘉泽片区布置图 (b) 高新区布置图

图 1 退圩还湖工程总体布置图

2 退圩还湖工程设计

2.1 区域现状分析

漏湖位于太湖流域中部,承担着生态缓冲和入湖河流补水的功能,周边为平原河网。漏湖周边主要河道有夏溪河、扁担河、湟里河、北干河、中干河、武南河、太漏运河、高渚港、烧香港等^[8-9]。出入漏湖的河道上均无控制口门。

目前,漏湖还湖区大部分为鱼塘,主要为围垦养殖和围网养殖。该项目嘉泽片区场地附近分布有鱼塘、民房、道路、农田等;高新区场地附近主要为鱼塘、道路、农田和少部分民房。

2.2 地形塑造模式

2.2.1 湖底高程确定

漏湖防洪库容为汛限水位 3.28 m 至设计洪水位 5.43 m 之间的库容,考虑到近岸带水生态修复需对成湖区湖底地形重塑,成湖区湖底高程均应低于汛限水位 3.28 m。不同的湿生和水生植物对水深的适应条件展现出明显不同,针对退圩还湖与水生植被生境营造需求,通过堤防改造、田面挖深、渔埂清除以及鱼塘改造等措施,营造不同的水深条件,提高生境多样性,进而为挺水植物、浮叶植物和沉水植物等不同生态型以及不同植被物种提供适宜的水深。结合以往研究,不同植物的水深生境需求^[10-11]见表 1。

表 1 不同植物水深生境需求			单位:m
植物类型	适宜水深	常水位	地形高程
耐淹乔灌木	<0.4	3.37	~3.1
挺水植物	0.3~0.5		~3.1
浮叶植物	0.8~1.1		~2.5
沉水植物	1.2~2.0		1.5~2.0

综合考虑漏湖防洪库容和植被适宜高程这 2 个因素,确定还湖区域高程范围为 1.50~3.10 m。

2.2.2 塑造模式确定

针对项目区这类现状以鱼塘为主的圩区,该工程以“保留-重构-融合”为设计思路,在退圩还湖地形重塑上有 2 种塑造模式:

模式一:保留现状鱼塘机理,对现有地形不过多重塑,结合现有地形,布置沉水、挺水、浮叶等不同水生植物。

模式二:不保留现状鱼塘机理,对现有地形进行重塑,以营造沉水、挺水、浮叶等不同水生植物的适宜生境。

东岸高新区现状地形较低,圩内鱼塘底部已经低于常水位,在 1.8 m 左右,为适宜水生植物生长的标高,因此采用模式一,即在地形塑造上保持现有鱼塘机理,只将标高高于 3.10 m 的隔埂削至 3.10 m,并结合鱼塘地形设置乔木、挺水、浮叶、沉水植物种植区。

西岸嘉泽片区现状地形较高,蓄水范围线内现状地形均高于 3.10 m,故采用模式二,不再保留原有鱼塘机理,直接重塑。地形塑造上并未按照常规的越接近湖底越深,而是利用现状的远端埂形成塘基,构建港湾式地形,以减小风浪对水生植物的影响。

地形塑造模式示意图见图 2。

2 种地形塑造模式在技术经济性上各有特点:模式一充分利用现状地形,减少了土方工程量,具有工

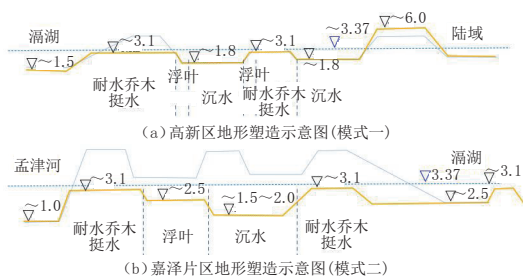


图2 地形塑造示意图(单位:m)

期短、投资省的优点;模式二土方工程量较大,但能彻底重塑湖底地形,更灵活地营造水深梯度与生境斑块,有利于构建稳定性更高的水生生态系统。该工程根据东、西岸现状地形高程的差异,分别选用2种模式,是权衡短期工程成本与长期生态效益后的选择。

2.3 地形等高线设计

根据地形塑造模式,结合区域现状,在满足水生生态修复、堤防工程建设等基础上进行东西岸2个片区的等高线设计。

还湖区域水域侧:根据上述湖底高程的确定,该工程还湖区湖底高程从1.50 m渐变到3.10 m;另外根据《漏湖(武进)生态修复总体方案》,在嘉泽片区前设置水下潜堤,潜堤高程3.17~3.27 m。

堤防工程建设区域:为有利于排泥场后期开发利用,确定堤防工程的设计标高时,综合考虑排泥场消纳能力、设计洪水位、主导风向下风壅水面高度和波浪爬高等因素。该工程嘉泽片区堤防高程建议取7.00 m,高新区堤防设计高程取为6.50 m。

退圩还湖工程设计等高线图见图3。

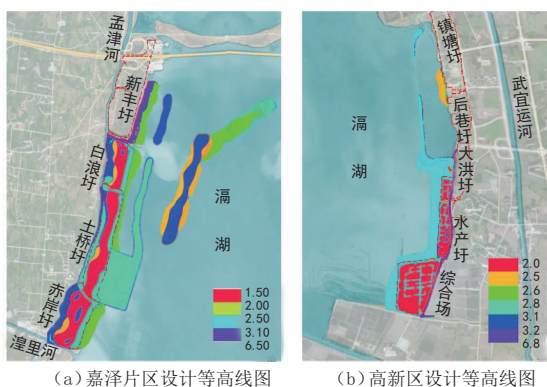


图3 退圩还湖工程设计等高线图(单位:m)

2.4 土方工程量

该工程土方开挖与回填面积大,湖区边界和地形具有一定的复杂多变性,采用传统的土方套绘图进行土方计算存在不便和局限。Civil 3D软件目前已在水利港航等领域得到深度应用^[12],赵丽等^[13]利用Civil 3D计算了台州东部新区某水系综合整治中湖区及周边的挖填方量;袁晓洲等^[14]通过Civil 3D计

算了海港疏浚工程中的土石方量。鉴于此,该工程还利用了Civil 3D软件,将退圩还湖区域的原始地形数据和设计等高线导入其中,建立了还湖区域的现状和设计曲面,计算得出嘉泽片区和高新区的土方挖方量和填方量。

经计算,工程总挖方量为259.50万 m^3 ,总填方量为160.64万 m^3 ,其中嘉泽片区的挖方量为226.27万 m^3 ,填方量为109.58万 m^3 ,高新区挖方量为33.23万 m^3 ,填方量为51.06万 m^3 。由图4分析得出,嘉泽片区挖方主要为现状鱼塘的范围,填方主要为筑岛和原避风港内部的范围;高新片区挖方为现状鱼塘区域,填方主要为漏湖公园前部区域。

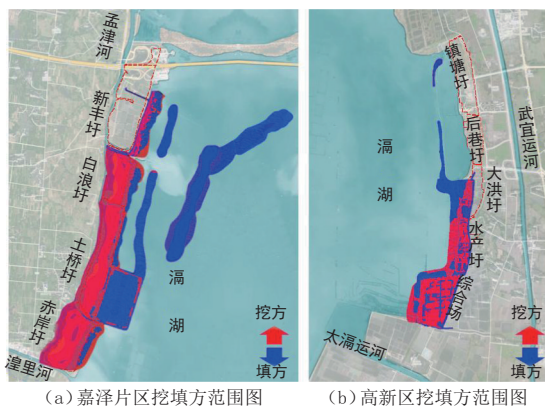


图4 土方挖填方范围图

施工时序方面,由于漏湖风浪较大,为了提升水生植物的存活率,采用施工初期保留现状格埂,施工后期拆除格埂的措施。施工后期格埂拆除量为嘉泽片区28.52万 m^3 ,高新区5.70万 m^3 ,格埂拆除后的弃土均运至设计排泥场进行消纳。

施工前后设计等高线对比图见图5。

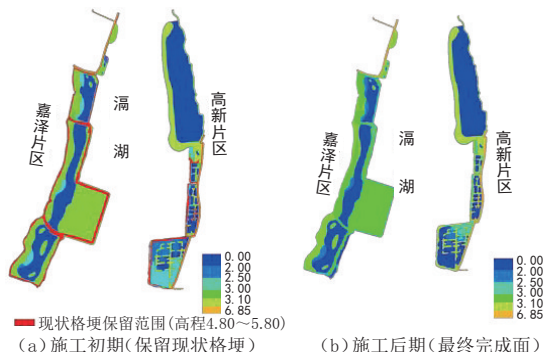


图5 施工前后设计等高线对比图(单位:m)

2.5 淤泥处置设计

本高程嘉泽片区土方开挖涉及鱼塘面积为0.77 km^2 ,淤泥平均厚度为0.53 m,淤泥方量为40.93万 m^3 ,高新片区土方开挖涉及鱼塘面积为0.38 km^2 ,淤泥平均厚度为0.48 m,淤泥方量为18.21万 m^3 。

嘉泽片区为整体地形重塑,考虑植物种植的表层淤泥需求,淤泥周转约 8.96 万 m³;其余部分淤泥则是利用合理的施工周期将鱼塘抽干并使其自然干化而得,为确保运输过程中不跑浆、不漏液,将这部分淤泥与原状土体拌和,然后直接运至排泥场。

高新区整体挖方大于填方,处于缺土状态,固化后的淤泥可直接用于回填,以减少外购土方。该工程施工场地较大,可选用土工管袋进行淤泥脱水固化。

3 水土流失预测

水土流失是指由于自然或人为因素的影响,雨水不能就地消纳、顺势下流、冲刷土壤,造成水分和土壤同时流失的现象^[15-16]。漏湖近岸带生态修复高新区嘉泽片区工程中,大规模的土石方开挖与填筑作业可能导致显著的水土流失,因此需要对不同

工程分区和时段进行水土流失量预测研究,并提出相应的防治措施。

3.1 土壤流失量预测

3.1.1 土壤侵蚀背景值

该工程项目区属于南方红壤区中的苏锡常沿江平原人居环境维护农田防护区,土壤侵蚀的主要类型是水力侵蚀,容许土壤流失量为 500 t/(km²·年)^[17-19],项目区内土壤侵蚀模数背景值为 280 t/(km²·年)。

3.1.2 计算单元划分

扰动后土壤侵蚀量的确定应针对工程的建设特点和周边地区的情况,依托项目水土流失现状的评估工作,结合工程建设各种施工活动扰动或破坏形式,分析各项目建设分区的水土流失特点,利用数学模型法确定土壤侵蚀量^[20]。该项目可划分为 6 个计算单元,再细分为 4 种土壤流失类型。

项目计算单元和土壤流失类型划分见表 2。

表 2 项目计算单元和土壤流失类型划分表

时段	计算单元	扰动内容	面积/hm ²	流失类别		
				一级分类	二级分类	三级分类
施工期 (含施工准备期)	还湖区	土方开挖、平整	139.64	水力侵蚀	工程开挖面 一般扰动地表	上方无来水 地表翻扰型
	堤防贯通工程区	土方开挖、砌筑	17.80	水力侵蚀	工程开挖面 工程堆积体	上方无来水 上方无来水
	水生态修复区	土方开挖、回填	53.86	水力侵蚀	工程开挖面	上方无来水
	淤泥处置区	土方开挖	1.33	水力侵蚀	工程开挖面	上方无来水
	施工生产生活区	生产活动频繁	0.43	水力侵蚀	一般扰动地表	地表翻扰型
	排泥场	土方挖填、堆置	38.18	水力侵蚀	工程堆积体	上方无来水
自然恢复期	堤防贯通工程区	植被未完全恢复	12.20	水力侵蚀	一般扰动地表	植被破坏型

3.1.3 水土流失量计算

根据工程沿线侵蚀外营力划分为水力侵蚀预测分区,通过对各预测单元地表扰动特征的分析,确定扰动后土壤流失量。

各单元的土壤流失量计算公式如下:

(1)水力作用下工程堆积体:

$$M_{dw} = XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A \tag{1}$$

(2)水力作用下工程开挖面:

$$M_{kw} = RG_{kw}L_{kw}S_{kw}A \tag{2}$$

(3)地表翻扰型一般扰动地表:

$$M_{yd} = RK_{yd}L_yS_yBETA \tag{3}$$

(4)植被破坏型一般扰动地表:

$$M_{yz} = RK_{yz}L_yS_yBETA \tag{4}$$

上述式中: M_{dw} 、 M_{kw} 、 M_{yd} 、 M_{yz} 分别为各单元土壤流失量,t; X 为工程堆积体形态因子; R 为降雨侵蚀力因子,MJ·mm/(hm²·h); G_{dw} 、 G_{kw} 、 K_{yd} 、 K_{yz} 为土石质因子,t·hm²·h/(hm²·MJ·mm); L_{dw} 、 L_{kw} 、 L_y 为坡长因子; S_{dw} 、

S_{kw} 、 S_y 为坡度因子; B 为植被覆盖因子; E 为工程措施因子; T 为耕作措施因子; A 为计算单元的水平投影面积,hm²。

土壤流失量计算结果见表 3。

由表 3 可知,如不采取水保措施,项目预测水土流失量为 1 080.69 t,新增水土流失量为 782.09 t。施工期新增水土流失量大,为重点监测时期。还湖区和排泥场新增水土流失量大,分别占新增水土流失量的 60.58% 和 29.41%,故为重点监测区域。

3.2 水土保持防治措施

工程水土流失防治根据各防治分区的水土流失特点采取措施布置。采用以植物措施、工程措施和临时措施相结合的防治方法,将生态保护效益放在首位,通过合理配置、统筹兼顾,形成综合防护体。

针对该项目可采取的具体水土保持防治措施建议有:在项目中采用三维水土保持毯、雷诺护垫等生

表3 项目建设期可能造成水土流失量计算结果表

时段	计算单元	流失背景值/t	流失量/t	新增流失量/t	新增比例/%
施工期(含施工准备期)	还湖区	183.6	657.36	473.76	60.58
	堤防工程区	11.85	81.68	69.83	8.93
	水生态修复区	0	6.33	6.33	0.81
	淤泥处置区	0.22	2.11	1.89	0.24
	施工生产生活区	0.08	0.35	0.27	0.03
	排泥场	81.66	311.67	230.01	29.41
	小计	277.41	1 059.50	782.09	100.00
自然恢复期	堤防工程区	21.19	21.19	0	0
合计		298.60	1 080.69	782.09	100.00

态护坡结构,起到良好的抗冲刷效果;在施工过程中对裸露地表进行防尘网苫盖,防止松散表土流失;对堤防边坡进行土地整治,实施综合绿化和水生植物;项目地块内设置临时排水沟,布置沉砂池,项目出入口设置洗车池等。

项目在还湖区和水生态修复区分别布置0.46 hm²三维水土保持毯和5.9 hm²雷诺护垫;在各防治分区共布置114.66 hm²防尘网苫盖;在堤防工程区进行12.2 hm²土地整治,在堤防工程区和水生态修复区实施36.1 hm²综合绿化和水生植物,在淤泥处置区排设6 567 m临时排水沟,并布置14座沉砂池和2座洗车平台。

为了及时有效防止工程运行过程中的水土流失,水土保持措施的实施必须有计划、有组织、有步骤地对项目区水土流失进行治理。贯彻执行水土保持工程与主体工程“三同时”制度,组织安排施工。临时防护措施在施工前或施工过程中布置安排。工程措施与主体工程同步安排,排水系统优先布设。植物措施应在地面条件满足要求后及时布设,减少裸露期。

4 结 语

(1)为提高漏湖的防洪调蓄能力,保证湖泊功能的整体发挥,对武进区高新区和嘉泽片区部分漏湖进行了退圩还湖工程设计,提出了差异化地形塑造模式选择;利用Civil 3D软件计算得到工程总挖方量为259.50万m³,总填方量为160.64万m³。

(2)预测得到工程建设可能造成水土流失总量为1 080.69 t,其中新增流失量为782.09 t,并识别出施工期、还湖区和排泥场是水土流失防治的重点,提出了相关防治措施。

(3)水土流失预测基于特定数学模型和参数,其准确性受当地降雨、土壤等各项因素的影响。后期可通过对工程实际水土流失量的监测,进行工程水

土保持成效的全面评估。

参考文献:

[1] 尹子龙,张沛霖,杨源浩,等.漏湖底栖动物群落结构及水质生物学评价[J].安徽农业科学,2023,51(12):49-53.

[2] 赵政,钱姝羽,白雷雷,等.新型通江湖泊漏湖沉积物内源污染物分布及释放特征[J].湖泊科学,2025,37(3):872-888.

[3] 巢波,蔡永久,徐宪根,等.基于水质荧光指纹法的湖泊污染溯源研究——以太湖流域漏湖为例[J].湖泊科学,2023,35(4):1330-1342.

[4] 秦灏,吴小靖,唐仁,等.新一轮太湖治理背景下洮漏地区河湖生态复苏对策研究[J].水利规划与设计,2024(10):3-6.

[5] 杨柳,江丰,谢正磊,等.鄱阳湖退田还湖圩区土地返耕利用研究[J].中国土地科学,2017,31(3):44-50.

[6] 黄玲玲.退田还湖对鄱阳湖地区土壤生物活性及微生物群落结构的影响研究[D].南昌:南昌大学,2021.

[7] 朱颖,王杉,冯育青.近30年太湖流域湿地生态系统服务价值对景观格局变化的响应:基于“退田还湖”工程的实施[J].中国园林,2022,38(1):88-82.

[8] 闫红飞.新孟河延伸拓浚工程对漏湖水量水质影响研究[J].水利水电技术,2015,46(4):35-38.

[9] 吴云波,郑建平.漏湖入湖污染物控制对策研究[J].环境科技,2010,23(增刊1):12-14.

[10] 徐金英,陈海梅,王晓龙.水深对湿地植物生产和繁殖影响研究进展[J].湿地科学,2016,14(5):725-732.

[11] 张秀梅.常见生态植物在不同水深中生长适应性分析[J].资源节约与环保,2014(2):134-139.

[12] 王利超,王福增,吕学军.Civil 3D技术在水利工程中的有效应用[J].中国新技术新产品,2019(7):85-86.

[13] 赵丽,孔庄.Civil 3D在水系综合治理工程中的应用分析[J].港工技术,2020,57(6):85-87.

[14] 袁晓洲,宋宗旋.Civil 3D在海港疏浚工程中的应用探讨[J].中国水运,2019(10):61-63.

[15] 张蕾,马岩.水利工程施工中水土流失的防控与生态修复技术[J].科技与创新,2025(19):202-208.

[16] 李占斌,朱冰冰,李鹏.土壤侵蚀与水土保持研究进展[J].土壤学报,2008(5):802-809.

[17] 徐桂莲.内陆河小流域综合治理模式探索[J].农业科技与信息,2011(12):34-35.

[18] 赵岩,王治国,孙保平,等.中国水土保持区划方案初步研究[J].地理学报,2013,68(3):307-317.

[19] 孙昱程.A铁路基建项目风险管理问题研究[D].北京:对外经济贸易大学,2024.

[20] SL 773—2018 生产建设项目土壤流失量测算导则[S].