



# 复杂地貌内河码头陆域形成方案

陆 峰, 赵 侃, 朱卫国

(广西交通设计集团有限公司, 广西 南宁 530007)

**摘要:** 针对广西马江作业区陆域纵深大、地形起伏大的问题, 对陆域形成进行三级平台与二级平台的方案研究, 采用 BIM 三维挖填模型选择了弃方最少的三级平台方案; 结合工程建设方式、建设投资、运营经济性、施工可行性综合比较分析结果, 最终选择了弃方稍多, 但投资省、工期短的二级平台方案。结果表明, 对于阶梯式布置的陆域, 陆域高程、道路纵坡应结合进港道路、码头平台、陆域纵深等综合确定; 对于山区丘陵地带河港项目, 陆域形成很难做到完全的土石方挖填平衡, 弃渣场或者料场的选择往往成为陆域形成方案选择的制约因素, 陆域形成方案应尽可能高地减少挖、填土石方量。

**关键词:** 复杂地貌; 内河码头; 陆域形成; 三维挖填

中图分类号: U 652

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)01-0070-05

## Scheme of land formation of inland wharf with complex geomorphology

LU Feng, ZHAO Kan, ZHU Wei-guo

(Guangxi Communications Design Group Co., Ltd., Nanning 530007, China)

**Abstract:** Regarding the problems of large depth and undulating terrain in the Majiang operation area of Guangxi, a plan study of the three-level platform and the second-level platform is carried out for the formation of the land area. The three-dimensional BIM excavation and filling method is adopted, and the three-level platform with the least abandonment is selected. Combined with the comprehensive comparative analysis of project construction method, construction investment, operation economy and construction feasibility, a secondary platform plan with slightly more abandonment, but with less investment and shorter construction period is finally selected. The results show that, for the land area with stepped layout, the land area elevation and road longitudinal slope should be comprehensively determined in combination with the access road, wharf platform, and land area depth. For the land formation of the river port project in the mountainous and hilly areas, it is difficult to achieve a complete balance of earth and stone excavation and filling. The plan for the formation of the land area should be as high as possible to reduce the amount of excavation and filling of earth and stone.

**Keywords:** complex geomorphology; inland wharf; land formation; 3D cut and fill

港口陆域的形成应充分利用水文、地质、地形地貌、气象等自然条件, 最大限度减少工程量, 降低造价<sup>[1]</sup>。随着港口吞吐量不断增加, 陆域面积大幅增加, 陆域形成在港口建设投资中占比也越来越大, 选择合理的陆域形成方案, 对节省工程投资、缩短建设工期、节约运营成本起到关键作用。例如, 顾磊<sup>[2]</sup>结合连云港危险品库陆

域形成, 对形成陆域的不同方法进行了分析比较, 得出采用真空预压法最为经济; 殷昕等<sup>[3]</sup>在对通州湾港区二港池水陆域形成的关键技术问题梳理分析基础上, 对陆域形成、水陆域形成总体实施方案等内容进行方案研究, 提出分区分土质吹填、边围边吹等推荐意见; 付文光等<sup>[4]</sup>对软基处理工程中的插排水板堆载预压和强夯

处理方案进行分析比较, 得出在陆域形成中采用强夯法有利于缩短工期、经济效益显著。综上, 现有陆域形成多从海港角度开展研究, 对于山区河港项目陆域形成的方式、高程选择等研究较少。

本文针对复杂地貌内河码头陆域形成的问题, 综合考虑陆域功能、使用要求、工期安排和投资等因素<sup>[5]</sup>, 基于 BIM 三维挖填的方法, 分析比较 2 种阶梯式布置方案对陆域形成的影响。

**1 工程概况**

马江作业区位于昭平县马江镇下游 500 m 桂江左岸, 项目建设 18 个 500 吨级泊位, 分 2 段使用港口岸线, 其中上游 550 m 建设 1<sup>#</sup>~9<sup>#</sup>泊位, 下游 550 m 建设 19<sup>#</sup>~27<sup>#</sup>泊位, 中间预留 540 m 岸线建设后续 10<sup>#</sup>~18<sup>#</sup>泊位。设计年吞吐量为 870 万 t, 年通过能力为 937 万 t。1<sup>#</sup>~9<sup>#</sup>泊位与 19<sup>#</sup>~27<sup>#</sup>泊位之间陆域相连, 陆域纵深 210~420 m, 面积约 41.168 万 m<sup>2</sup>, 泊位分布见图 1。

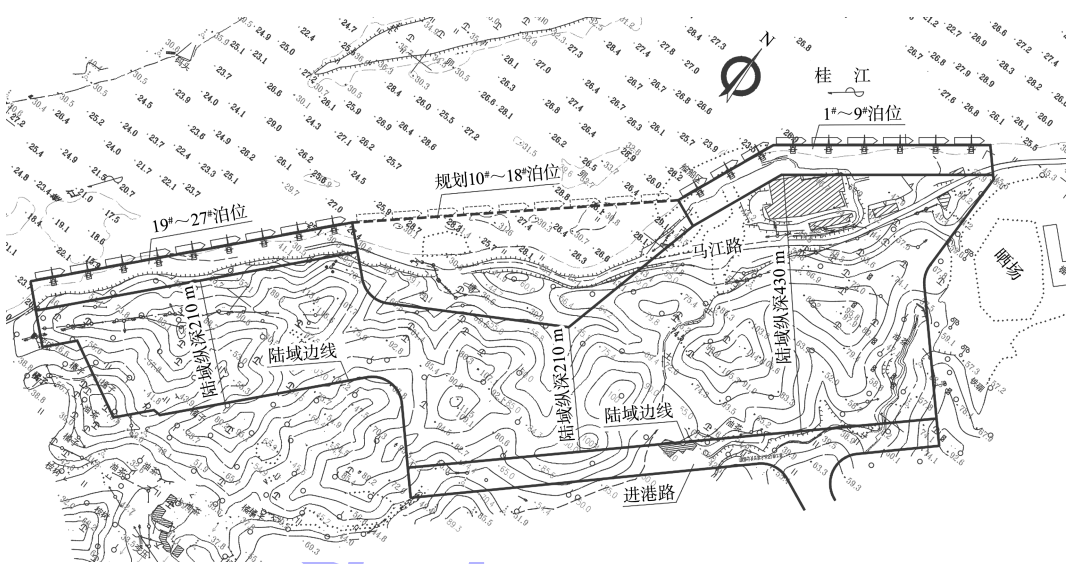


图 1 泊位分布

码头后方陆域处于丘陵地带, 地形起伏较大, 整体地势北低南高。以马江路为界, 道路西北侧原地面高程 38.0~55.0 m, 表面以人工堆积物形成的素填土为主, 承载力 80~120 kPa, 压缩模量 5 MPa, 力学指标差, 且素填土分布厚度不均, 最

薄处约 0.5 m, 最深约 11.0 m。道路东南侧为原状山丘, 原地面高程 38~115 m, 相对高差 77.0 m, 地质以粉质黏土、强风化岩、中风化岩为主, 承载力较高。典型地形地质情况见图 2。

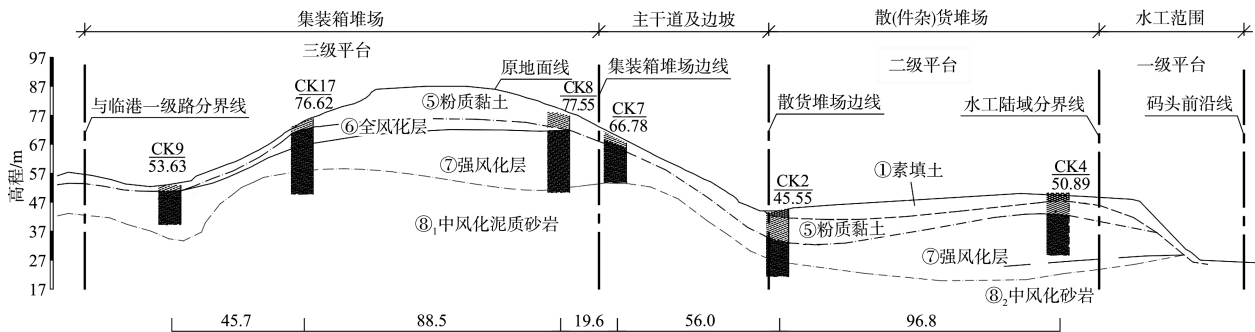


图 2 上游泊位各级平台典型地质剖面 (单位: m)

2 陆域形成方案研究

2.1 陆域形成要求

陆域形成应综合考虑陆域功能、使用要求、地基处理方法、工期安排和投资等因素，工程区范围内的土石方填方、挖方工程量宜基本平衡；当条件困难、挖填难以平衡时，宜就近选取弃土场或取土场，取土或弃土应满足水土保持和环境保护的要求。

2.2 陆域形成边界条件

项目作业区陆域开阔，但陆域地形高差大，最大高差达 77.0 m。综合考虑码头前沿作业效率和陆域形成土方处置难度等，确定码头前沿平台高程为 44.5 m。结合临港工业园区场地平整土石平衡要求，确定陆域后方进港一级路高程 73.0 m。进港道路与码头面之间高差达 28.5 m。

2.3 陆域形成方案

陆域地形高差、码头面至进港道路之间高差均较大，为了降低货物转运能耗，结合地形地质条件、码头后方陆域功能使用要求、土方综合处置方案等因素，提出三、二级阶梯平台方案。

2.3.1 方案 A——三级阶梯平台

分级平台实施方案 A 中，三级平台紧邻正在施工建设的高程 73.0 m 的进港一级路，从而确定其三级平台高程为 73.0 m，各级平台间连接道路最大纵坡控制在 6%~8%<sup>[6]</sup>。在满足装卸工艺、总平面布置的基础上，结合渣场容量、位置的选择，采用 BIM 三维挖填模型(图 3)进行多个陆域方案的比较，最终选择了开挖约 332 万 m<sup>3</sup>、回填约 193 万 m<sup>3</sup>、弃方约 139 万 m<sup>3</sup>的弃渣最少方案。

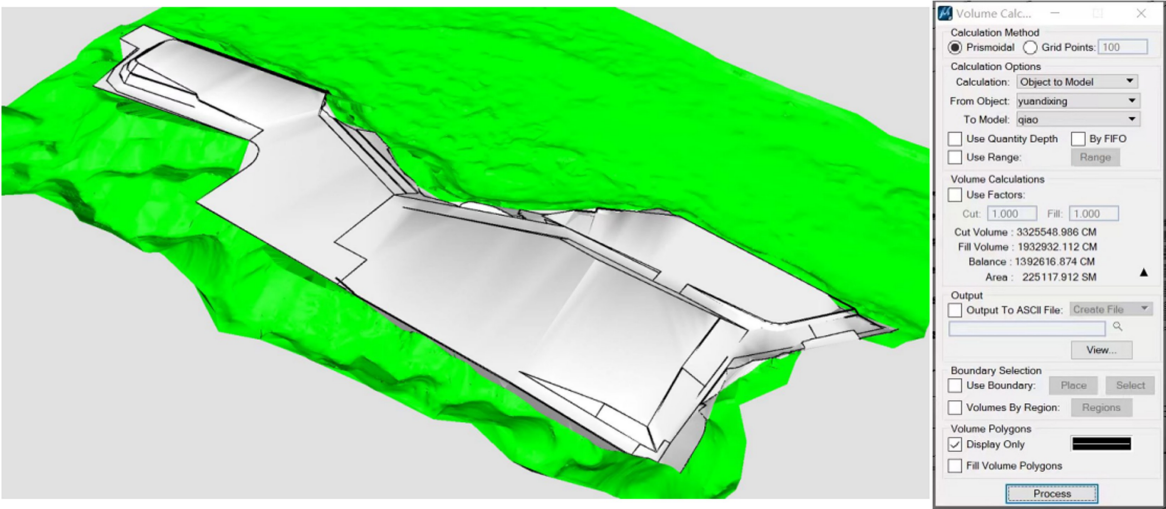


图 3 BIM 三维挖填模型

方案 A 上游 1#~9#泊位码头陆域布置高程分别为 44.5、53.0、73.0 m 的三级平台，一级、二级、三级平台之间通过一条坡度为 4.58%、路宽为 24 m 的主干道连接。为使车流更顺畅，减小交通压力，在一、二级平台间靠下游位置设置一条坡度为 7%、路宽为 9m 的下行辅道连接；在二、三级平台间靠上游位置设置一条坡度为 6%、路宽为 9 m 的辅道连接。下游 19#~27#泊位

码头陆域布置高程分别为 44.5、73.0 m 的二级平台，受陆域纵深的限制，一、二级平台之间通过一条坡度为 6%、路宽为 24 m 的半环状道路连接，平台间采用重力式挡墙结构支挡，基础采用高压旋喷桩进行处理，各级平台填方区域采用分层填筑，分层重型碾压处理。各级平台平面布置见图 4，散货堆场平台典型断面见图 5。

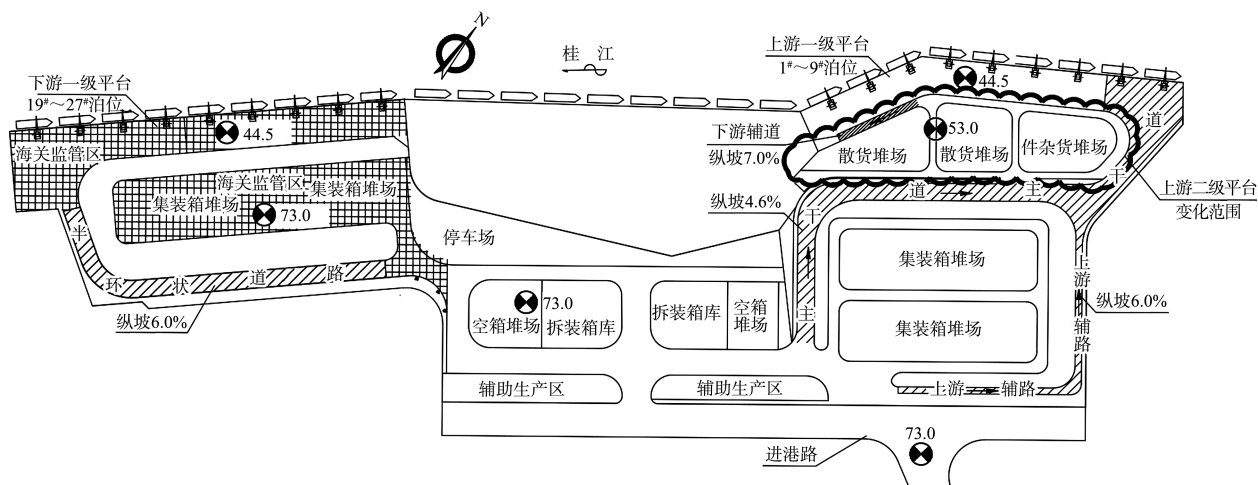


图4 分级平台实施方案A平面布置(单位:m)

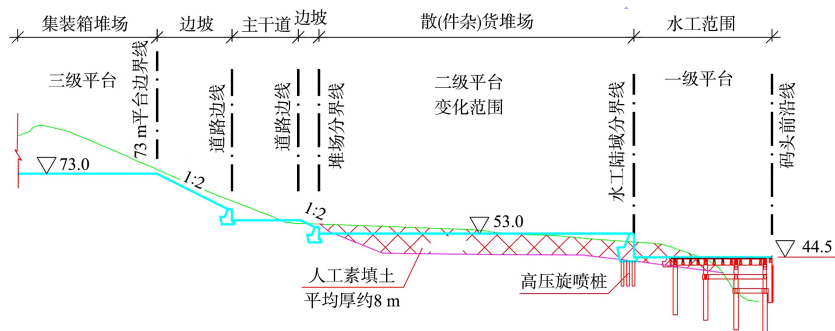
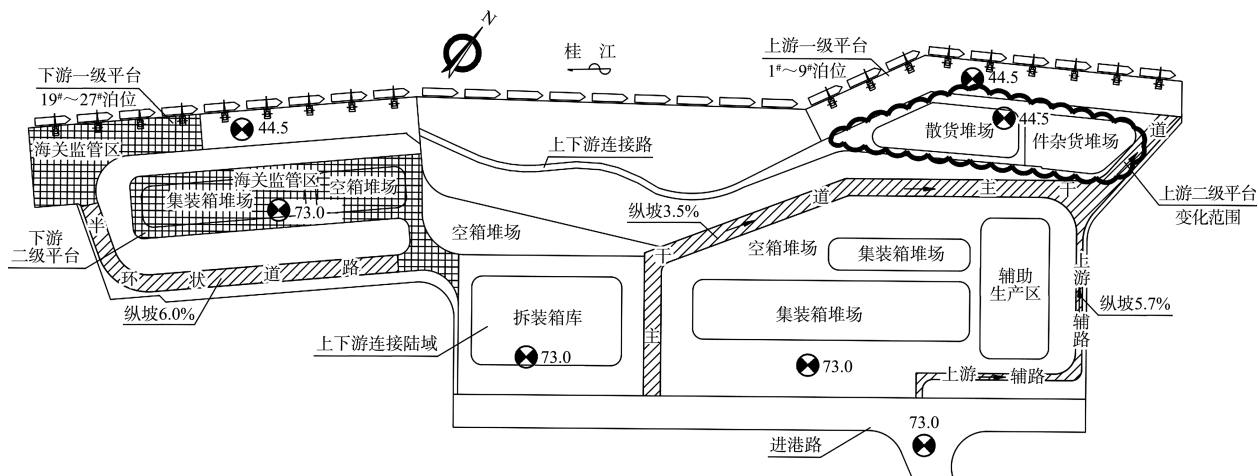


图 5 方案 A 散货堆场平台典型断面 (单位: m)

### 2.3.2 方案 B——二级阶梯平台

方案 B 陆域平面布置与方案 A 基本一致,仅对上游 1<sup>#</sup>~9<sup>#</sup>泊位码头陆域布置进行了调整:陆域布置高程分别为 44.5、73.0 m 的二级平台,一级平台与二级平台之间通过 2 条道路相连,为提高港口运营道路车辆运输的效率、安全性、经济性,对道路纵坡进行了优化,其中上游辅道坡度为

5.7%、路宽为 9 m；下游主干道坡度为 3.5%、路宽为 24 m。同时对海关监管区使用范围进行了调整：下游 24<sup>#</sup>~27<sup>#</sup>的 4 个泊位为海关监管使用，为确保下游非监管区泊位的正常使用，对原马江路进行改扩建，以连接上游 1<sup>#</sup>~9<sup>#</sup>泊位与下游 19<sup>#</sup>~23<sup>#</sup>泊位。各级平台平面布置见图 6，散货堆场平台典型断面见图 7。





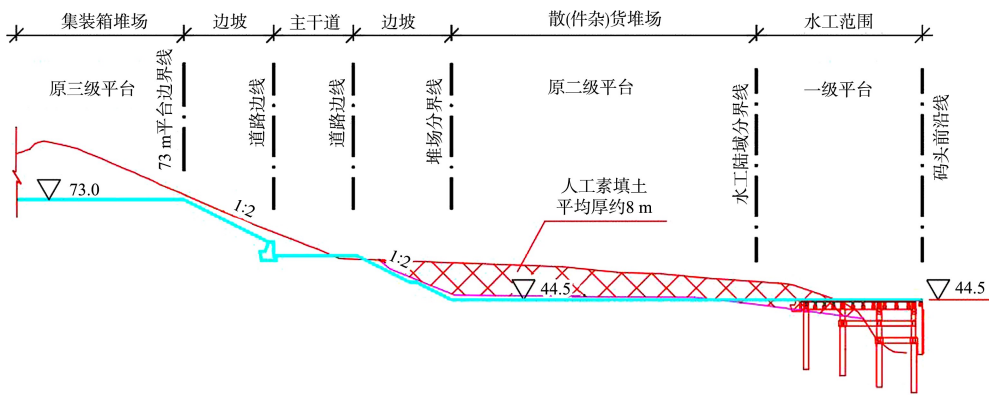


图 7 方案 B 散货堆场平台典型断面 (单位: m)

2.3.3 陆域形成方案综合比较

对以上两方案中不同的设计内容(即上游 1#~

9#泊位码头后方陆域二级平台及主干道处)进行对比分析,见表 1。

表 1 两方案上游二级平台陆域形成对比

方案	开挖总量/万 m <sup>3</sup>	回填总量/万 m <sup>3</sup>	混凝土挡墙/万 m <sup>3</sup>	旋喷桩/万 m	分层碾压/万 m <sup>3</sup>
A(三级阶梯平台)	20.318 0	39.552 0	2.404 0	3.009 5	39.552 0
B(二级阶梯平台)	29.458 3	30.244 2	0.673 6	—	30.244 2

方案	施工工艺	施工条件	主要投入设备	施工期/m	主干道
A(三级阶梯平台)	挡墙基础采用旋喷桩的处理形式	需提前搭建施工平台或平整场地	自卸汽车、振动碾、推土机、强夯机械、钻机、高压泵、搅拌制浆设备	18	纵坡 4.6%, 水平运输能耗大
B(二级阶梯平台)	常规地基处理工艺	常规的开挖回填	自卸汽车、振动碾、推土机	12	纵坡 3.5%, 水平运输能耗低

方案	堆场	陆域形成工程费用/万元	施工期	永久工程	运营期
A(三级阶梯平台)	件杂货及散货堆场面积 2.916 0 万 m <sup>2</sup> , 与码头平台有 8.5 m 高差, 运营成本大	603 4	投入较多施工机械, 环境污染较大	散货堆场周边为直立的混凝土挡墙	道路纵坡大, 油耗大
B(二级阶梯平台)	件杂货及散货堆场面积 1.990 7 万 m <sup>2</sup> , 与码头平台同高程, 运营成本较少	388 2	投入较少施工机械, 环境污染小	散货堆场周边采用放坡方式, 边坡采用植草覆绿, 增加永久工程绿化面积	道路纵坡小, 油耗低, 更绿色环保

2.3.4 方案选择

从两方案不同设计内容对比看, 方案 B 在挡墙工程量、基础处理工程量、施工工艺、施工条件、投入设备、施工工期、工程造价等方面均明显优于方案 A, 但方案 B 采用自然放坡降低平台高程的结构方式, 不可避免地牺牲了港区内可利用的陆域面积, 增加约 20 万 m<sup>3</sup> 的弃土。而本项目周边基本农田分布广泛, 弃渣场的征地工作制约因素多, 前期为了项目的整体顺利推进建设,

选择了弃方最少的方案 A。

鉴于项目所在的桂江航道现状等级低、沿江通航建筑物改扩建进度缓慢, 通航不畅, 当地水路货运市场尚在培育阶段, 业主提出分期建设的方案: 先进行 3#~6#泊位水工平台、散货堆场、件杂货堆场以及 24 m 主干道的开工建设, 同时寻找新渣场以吸纳方案 B 增加的 20 万 m<sup>3</sup> 弃土。因此, 结合项目分期实施建设的特点, 最终选择了工程投资省、工期建设短的方案 B。 (下转第 151 页)