

# 斯里兰卡科伦坡港南集装箱码头 工程平面布置优化设计

王 烽, 麦宇雄, 谷文强

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

**摘要:** 斯里兰卡科伦坡港南集装箱码头工程为国际BOT项目, 为适应集装箱运输发展及业主运营、管理要求, 根据本项目平面布局特点, 分析BOT原方案陆域平面布置中存在的问题, 并提出优化思路及码头结构等级、堆场布置、闸口布置和辅建区布置的优化方案, 较好地满足了BOT和业主使用要求, 并通过国际咨工的严格审批, 为项目的顺利实施打下坚实基础。优化成果对类似国际性港口工程有一定的借鉴和参考意义。

**关键词:** 斯里兰卡; 集装箱码头; 陆域平面; 优化设计

中图分类号: U 656.1<sup>+</sup>35

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)12-0069-05

## General layout optimization design of Sri Lanka Colombo South Container Terminal Project

WANG Feng, MAI Yu-xiong, GU Wen-qiang

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

**Abstract:** Sri Lanka Colombo South Container Terminal Project is an international BOT project. To meet the development of container transportation and requirements of operation and management, according to the project layout characteristics, we analyze the problem of land layout in BOT and put forward optimization ideas and optimization proposals of wharf structure level, yard layout, gate layout and auxiliary layout, which satisfies the BOT and employer's requirement, gets the international engineer's approval, and ensures the successful construction. It provides reference for similar international port projects.

**Key words:** Sri Lanka; container terminal; land general layout; optimization design

斯里兰卡科伦坡港南集装箱码头位于斯里兰卡岛西部, 已建科伦坡老港西侧, 处于地中海通往东亚航线和波斯湾通往东亚航线的直接相交点上, 是南亚地区重要的中转枢纽港。

本项目是斯里兰卡迄今最大的外资BOT项目, 码头岸线总长1 200 m, 陆域面积58 hm<sup>2</sup>, 水深-18.0 m, 满足18 000 TEU船的靠泊要求, 码头年设计集装箱吞吐能力为240万TEU, 其中水水中转比例高达65%。

本项目采用英标、欧标和美标等国际标准设计, BOT招标方案(简称BOT原案)由国际一流咨

询公司Scott Wilson公司编制, 工程由中资公司EPC总承包, 并按照国际流程进行管理, 施工图需通过国际一流咨询公司AECOM审批, 对设计要求非常高。

### 1 BOT原案概况及存在问题

#### 1.1 BOT原案概况

BOT原案堆场共分为4块, 每块堆场长263 m, 宽356.5 m, 堆场之间的纵向主干道宽度为30 m, 后方横向主干道宽度为15 m。重箱堆场RTG采用26.5 m跨距(7排箱+1条集卡车道)单向布置方案,

收稿日期: 2013-03-05

作者简介: 王烽(1980—), 男, 工程师, 从事港口工程设计工作。

每块堆场布置10条重箱区，每条重箱区均对应布置一条4.5 m超车道。空箱堆场布置在重箱堆场后

方。闸口采用西进西出布置方案，进出共12个车道。BOT原案见图1。

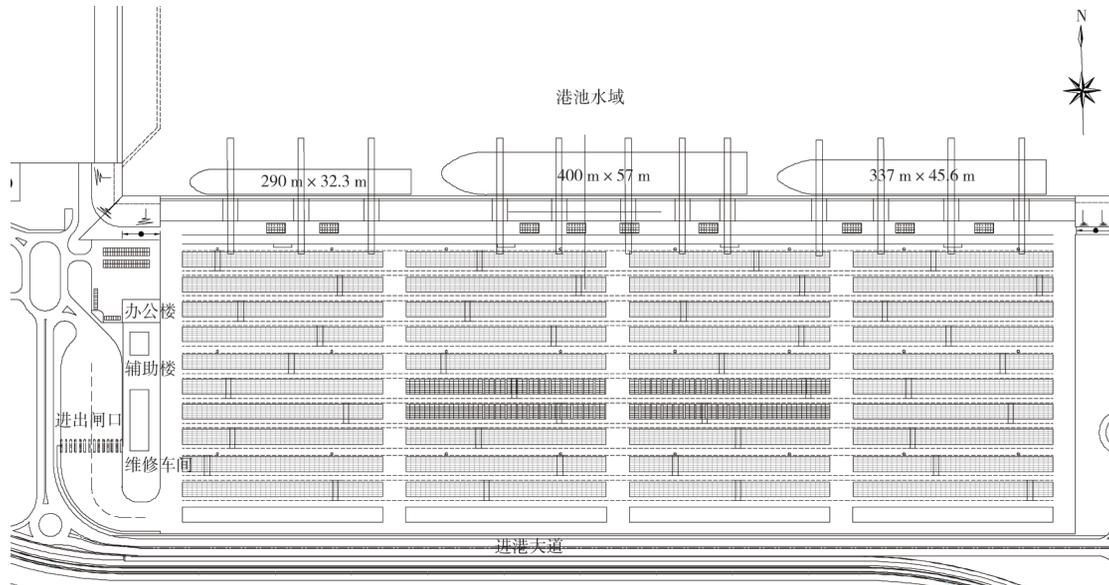


图1 BOT原案

### 1.2 BOT原案存在的问题

1) 本项目定位国际中转港，BOT要求最大设计船型为1.45万TEU，在集装箱船日益大型化发展趋势下，该设计船型已不能适应未来航线的发展要求；

2) 本项目设计吞吐量大，陆域狭窄，BOT原案堆场采用单向布置，虽然转场灵活，但超车道所占面积较大，导致堆场利用率较低；

3) BOT原案重箱、冷藏箱和空箱地面箱位数结构比例不合理，空箱地面箱位数偏少；空箱堆场没有专门的作业通道，需占用后方横向主干道作业，对港区其它车辆的集疏运影响较大；

4) 堆场后方横向主干道为所有车流汇集主干道，车流较大，BOT原案设计的15 m宽度偏小，无法满足港区集疏运量要求；

5) BOT原案中，配套辅助设施不齐全，没有考虑供油和查验等设施，无法满足正常运营要求。辅建区集中布置在港区西侧闸口附近，行政人员上下班需从港外疏港大道多绕行1.7 km，港区东侧设备去西侧维修场地保养运行距离多达1.2 km，人员上下班及设备保养不方便。

### 2 优化思路

1) 充分尊重BOT原案总体布置思路，根据业主运营团队的管理经验，对BOT原案进行补充完善和细部优化；

2) 优化堆场RTG跨度和各箱种的地面箱位数比例，提高堆场利用率；

3) 根据港区交通流量测算，优化道路交通和闸口布置，改善港区集疏运条件；

4) 优化堆场排水设计和堆场照明布置，达到节能环保要求；

5) 在满足使用功能前提下，尽可能压缩辅建区占地面积，辅建区布置充分体现人性化及景观要求。

优化方案见图2。

### 3 优化设计

#### 3.1 码头结构等级优化

目前，世界最大的集装箱船马士基“三E”级1.8万TEU船已在建造中，本项目码头设计寿命为60 a，设计寿命较长，因此码头结构按照1.8万TEU船预留更能适应船舶继续大型化发展的

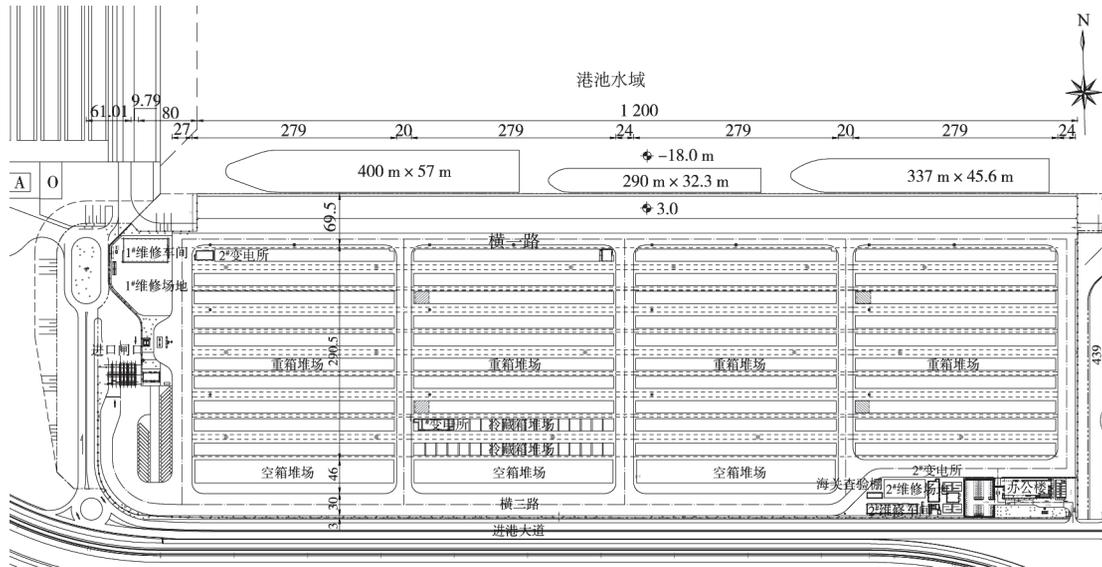


图2 优化设计方案

要求。从地质条件来看, 作为持力层的岩面平均高程为-21.5m, 按靠泊1.8万TEU船设计, 基本不增加码头造价。

### 3.2 堆场布置优化

#### 3.2.1 RTG跨度

根据业主运营团队的管理经验, 堆场RTG跨距采用23.47 m (6排箱+1条集卡车道) 方案, 背靠背布置, 每2块堆场之间共设1条超车道, 优化后方案主要有以下优点:

1) 跨距23.47 m方案在国内外大中型港口中应用较为普遍, 目前斯里兰卡已建和在建的集装箱码头RTG的跨距均为23.47 m, 有成熟的操作和管理团队。

2) 优化后可减少超车道占地面积, 大大提高堆场利用率, 符合本项目用地紧张特点。

3) 跨距26.5 m方案相对于跨距23.47 m方案, 跨度较大, 设备相对容易跑偏, 存在低空滑触线杆相碰的风险; 同时RTG跨度增大, 横梁长度增加, 导致自重增加, 对堆场基础的要求较高。

4) 虽然跨距26.5 m方案总的地面箱位数略多, 但空箱的地面箱位数略为不足, 也没有考虑空箱作业空间和相关辅建设施用地。跨距23.47 m方案在考虑上述各种因素后, 总的地面箱位数仍能满足设计值要求, 各箱种的地面箱位数比例更为合理 (表1)。

表1 箱位

箱种	计算值	BOT原案值	优化方案值
重箱	8 483	10 436	9 531
冷藏箱	181	644	384
空箱	1 348	1 148	1 612
合计	10 012	12 228	11 527

#### 3.2.2 道路交通

道路宽度按照测算交通流量进行调整, 其中纵一、纵三和纵五路设置双向6车道, 宽度调整为27 m和24 m, 纵二和纵四路设置双向5车道, 宽度调整为20 m。根据闸口和辅建区需求, 压缩西侧辅建区占地面积, 将压缩的道路和辅建区用地用于堆场用地, 这样每块堆场的长度可由原来的263 m增加到279 m。堆场采用23.47 m背靠背的布置方式后, 重箱堆场宽度可压缩, 可在空箱堆场后方增设作业通道, 避免空箱作业对后方主干道的的影响。由于堆场总的宽度由原来的356.5 m压缩至336.5 m, 因此可将后方横向主干道的宽度由原来的15 m扩大至30 m, 大大改善港区集疏运条件。

#### 3.2.3 堆场排水

BOT原案要求, 堆场最小排水坡度为1%, 道路最小坡度为2%。由于坡度太大会影响堆箱安全和RTG使用安全, 结合国内主要集装箱码头的经验, 将堆场的坡度调整为0.5%, 道路坡度调整为0.8%。

由于斯里兰卡地区降雨强度大，为快速排水，堆场排水采用格栅排水明沟方案。BOT原案中，排水沟布置在RTG跑道梁和堆箱区边缘之间，施工工序较为复杂，因此考虑将排水沟调整至RTG跑道梁盲道之间2.5 m区域，与RTG跑道梁

同步施工。由于RTG跑道梁盲道内同时布置有排水明沟和滑触线基础，因此设计巧妙地将滑触线基础与排水沟基础结合起来考虑，布置有滑触线基础的位置，排水沟设置为箱涵结构，将滑触线基础安装在排水箱涵上，见图3。

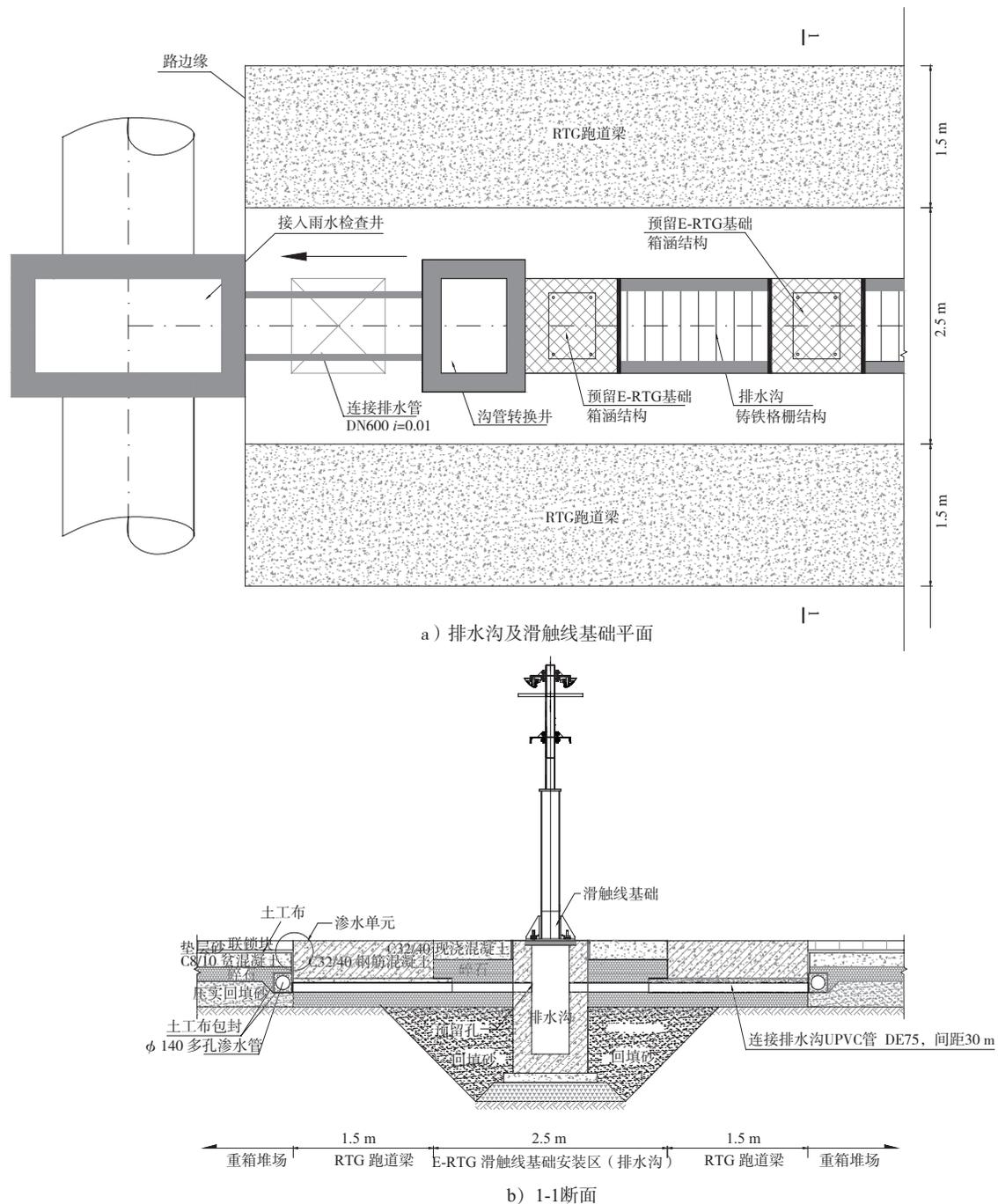


图3 排水沟设计方案

本项目堆场铺面采用连锁块结构，部分水会渗入连锁块下面砂垫层，对堆场结构存在一定危害，国内规范对此没有明确要求，因此国内项目

一般依靠砂垫层下面水稳基层的坡度来排水，不做特殊处理。本项目合同要求连锁块下方砂垫层要考虑渗水系统，因此设计考虑在连锁块砂垫层

位置设置倒滤层和渗水单元, 通过预埋多孔渗水管接至排水沟, 排除联锁块下方砂垫层的渗水, 见图3。

本项目BOT要求整个港区的堆场和道路都要考虑意外漏油处理措施, 国内港口一般只针对加油站、维修场地等重点油污发生区采取隔离收集措施, 对大面积港区采取防漏油措施还尚未有先例可循。由于堆场雨水由排水沟收集后通过主管集中往码头前沿排海, 因此考虑在每个排海口前设置隔油池, 将油污在排海之前隔离收集, 以达到环保要求。

#### 3.2.4 堆场照明

根据BOT要求, 道路堆场照度50 lux, 国内主要集装箱码头的道路堆场照度基本都按照20 lux设计, 也能满足正常的运营要求。为节省能耗, 经与斯里兰卡港务局沟通, 同意将道路堆场照度优化为20 lux。国内集装箱码头堆场照明大多采用照明铁塔和高杆灯方式, 本项目设计中, 通过专用软件进行照度数值模拟计算后, 堆场照明采用35 m高杆灯和12 m路灯相结合的布置方式, 既能满足照度要求, 同时也大大减少高杆灯的数量, 节省了工程造价。

### 3.3 闸口布置优化

本项目水水中转比例较大, 通过闸口的陆路集疏运量仅占35%, 约为72万TEU, 根据计算, 可将进出港闸口车道数优化成8道(含1个超宽超高和行政车道)。

进港车辆是否影响港外路其它车辆的通行是斯里兰卡港务局最为关心的问题, 因此考虑在进闸口前设置缓冲区。根据排队理论进行计算, 当保证率为95%时, 进闸口外等候车位仅需要12个, 设计布置等候车位19个。同时为满足进港车辆业务办理及车辆等候, 在港区内闸口附近增设港内集卡停车场。

### 3.4 辅建区优化

#### 3.4.1 辅建区布置

方便行政人员上下班及设备的维修, 考虑将辅建区分散布置, 行政办公楼布置在港区最东侧, 离员工上下班距离最短。生产辅助建筑物分

开布置在港区东西两侧, 以减少车辆保养运行距离, 其中东侧辅建区布置办公区西侧不规则地, 布置有给水泵站、污水处理站、维修车间2、维修场地2和海关查验棚等, 主要负责港区东侧的设备保养; 西侧辅建区布置在港区西侧进出闸口附近, 充分利用不规则地布置候工楼、维修车间1、维修场地1、加油站和防辐射检测门等, 主要负责港区西侧的设备保养。

#### 3.4.2 辅建区高程衔接

本项目辅建区纵深仅55 m, 港外道路高程5.0 m, 与港区内高程3.0 m存在2 m高差。在纵深小、高差大的情况下, 辅建区与港区内衔接难度较大。

由于行政办公楼为港区标志性建筑, 为确保其景观效果, 考虑将办公区周边地面高程局部抬高至5.0 m以上与港外道路衔接。为充分利用辅建区宝贵土地, 减少回填量, 在办公楼周围设置挡土墙, 首层地面高程仍然控制为3.0m, 利用首层空间作为食堂及空调机房, 二层作为办公楼大堂入口, 办公楼大堂入口与港外道路及港区之间通过道路放坡进行衔接。考虑斯里兰卡地区天气炎热、降雨较多, 办公楼周边停车场均设置雨篷, 通过连廊与办公楼连接, 充分体现人性化要求。

## 4 结语

1) 对于国际性中转港, 码头结构等级的选择应具有一定的前瞻性, 以适应集装箱船日益大型化发展要求, 吸引更多大型船公司的班轮挂靠。

2) 堆场RTG跨度选择应根据运营团队的管理经验及堆场面积综合考虑, 以达到堆场利用率最大化; 道路交通应避免各种机械作业对主干道的影 响, 确保港区交通流畅; 堆场排水坡度及排水方式应结合工艺设备使用安全及当地降雨强度综合确定, 同时应充分考虑施工的便利性以及砂垫层渗水对堆场结构耐久性的影响, 对于环保要求较高的国家, 还应考虑意外漏油的环保措施; 堆场照明布置充分考虑节能要求, 建议进行照度模拟计算。

(下转第79页)