



# 集装箱跨运车在中小型 集装箱码头的应用

安 东, 邱俊霖

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

**摘要:** 中小型集装箱码头一般使用简单、灵活的装卸设备, 国内常使用集装箱正面吊, 极少使用国外常用的集装箱跨运车。分析 2 种装卸设备对于码头作业模式、平面经济指标、整体造价的影响, 讨论跨运车对于中小型集装箱码头的适用性, 列举设计过程中的主要问题, 对类似项目设计具有借鉴意义。

**关键词:** 中小型集装箱码头; 跨运车; 适用性; 设计方案

中图分类号: U 656.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)08-0054-07

## Application of container straddle carriers in small and medium container terminals

AN Dong, QIU Jun-lin

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

**Abstract:** The small and medium-sized container terminals usually adopt simple, mobile, and flexible handling equipment. The container reach stacker is commonly used in China, while the container straddle carrier is often used in foreign countries. This paper analyzes the impact of different handling equipment on the terminal operation mode, economic indicators of general layout, and overall cost; discussing the applicability of the straddle carrier to the small and medium container terminals; and puts forward problems during design, which can be used as a reference for the similar project design.

**Keywords:** small and medium container terminal; straddle carrier; applicability; design option

目前, 国内中小型集装箱码头常用的堆场装卸方案是集装箱轮胎龙门吊或者正面吊方案, 仅在广州鱼珠港<sup>[1]</sup>、珠海九洲港<sup>[2]</sup>等极少数码头或者货场应用集装箱跨运车。一些专家做了相关的分析研究<sup>[3]</sup>, 但尚无成体系的设计方案。在澳大利亚、西班牙等国外集装箱码头中, 跨运车有着大量的应用, 其具有机动灵活、取箱对位快、装卸效率高的特点, 既可用于装卸作业, 又可用于短距离水平运输。本文结合海外某项目设计, 探讨堆场采用跨运车方案的优劣, 提出码头设计采

用集装箱跨运车所遇到的问题及解决方案, 以期类似项目提供借鉴。

### 1 项目概况

北部非洲某海外总承包项目需建设 1 个 5 万吨级集装箱泊位及相应的配套设施, 码头长度约 323 m, 平均纵深约 250 m, 顺岸式布置, 属于典型的中小型码头。码头主要用途是石油化工配套产品 PTA/PET 的出运, 全年吞吐量约为 8 万 TEU。

收稿日期: 2020-11-23

作者简介: 安东(1983—), 男, 高级工程师, 从事港口工程装卸工艺设计工作。

## 2 装卸工艺方案

投标过程中堆场作业采用的是正面吊方案, 在实施过程中码头前沿改用集装箱岸桥, 堆场装卸设备变更为跨运车方案, 见表 1。

表 1 主要装卸设备			
装卸设备	规格参数	数量	备注
集装箱岸桥	50 t-50 m	1+1	分期实施
集装箱跨运车	堆 3 过 4	4+4	分期实施

## 3 设计平面对比

### 3.1 基本作业模式

正面吊作业方案考虑常用 4 列箱的作业模式。

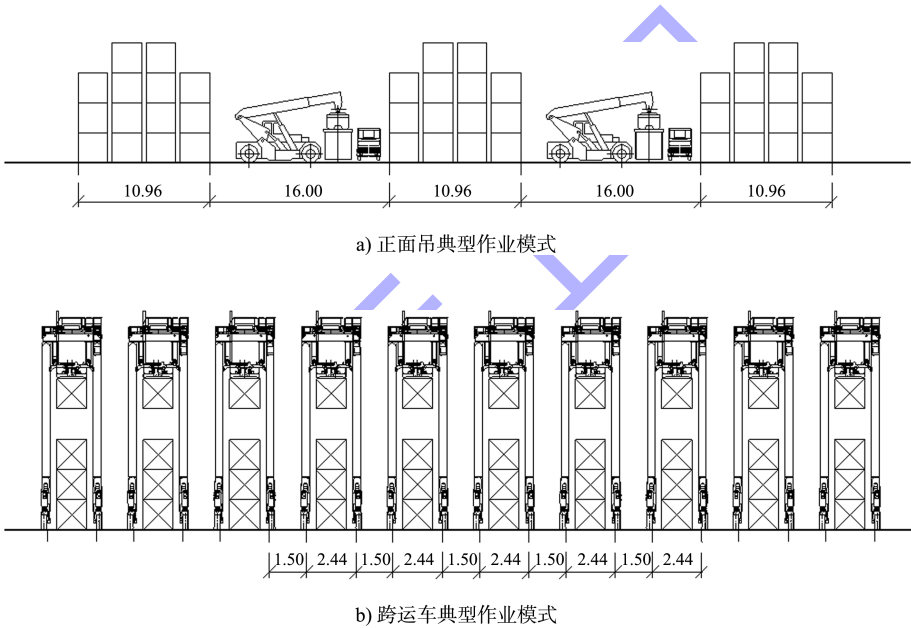


图 1 典型作业模式 (单位: m)

### 3.2 平面布置技术参数对比

正面吊及跨运车作业模式下, 主要的差异参

数对比见表 2, 平面布置见图 2。

表 2 平面布置技术参数					
作业模式	重箱堆场面积/万 m <sup>2</sup>	空箱堆场面积/万 m <sup>2</sup>	内部道路面积/万 m <sup>2</sup>	重箱地面箱位数/TEU	重箱箱位占地比/(TEU·m <sup>-2</sup> )
正面吊	3.396 7	1.914 4	1.406 0	700	0.020
跨运车	2.783 3	1.663 7	1.806 4	947	0.034

从表 2 可以看出, 采取跨运车模式, 重箱地面箱位占地比是采用正面吊模式的 1.7 倍(0.034/0.020), 即使考虑到堆箱层数的差异(正面吊

4 层,跨运车 3 层), 采用跨运车模式的堆场面积综合利用率仍为正面吊模式的 1.28 倍, 在节约堆场土地资源方面具有优势。

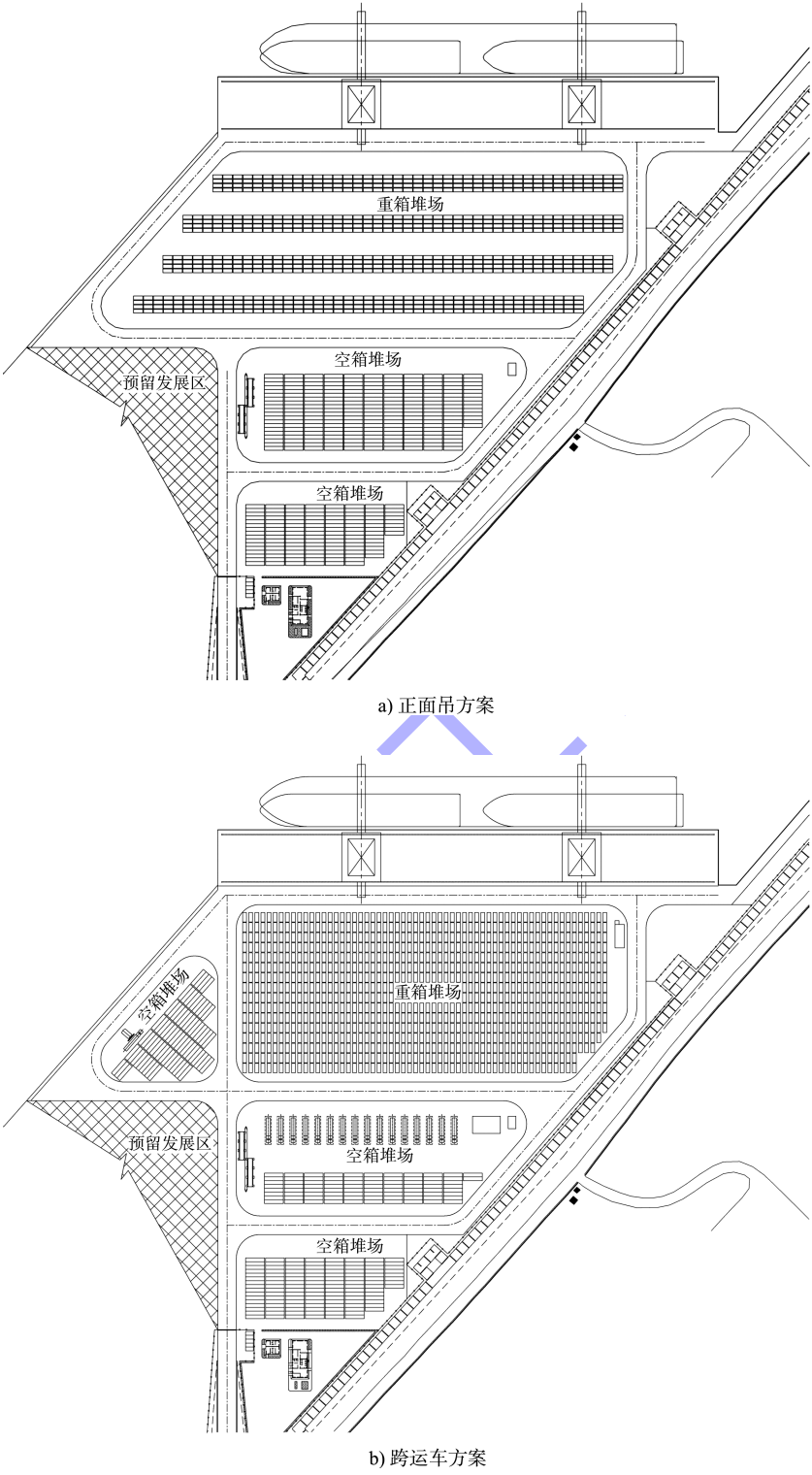


图 2 平面布置方案

3.3 基本造价对比

正面吊和跨运车均为有人驾驶，且为燃油驱动，工程费用的区别主要在设备采购和道路铺面费用，对其他单项工程的影响较小。正面吊需要港内

集卡配合作业，吊箱作业属于偏心作业<sup>[5]</sup>，轮压在 300 kN 左右；而跨运车基本不需要港内集卡作业，吊箱作业属于偏心作业，轮压在 150 kN 左右。荷载差异导致道路铺面的厚度差异约 12 cm，造价见表 3。

表 3 基本造价对比					
方案	项目	数量	单价/ 万 USD	总价/ 万 USD	合计/ 万 USD
正面吊	集装箱正面吊	4 台	35	140	603.64
	集卡车	6 台	15	90	
	重箱堆场	3.396 7 万 m <sup>2</sup>	0.011	374	
跨运车	跨运车	4 台	80	320	570.50
	重箱堆场	2.783 3 万 m <sup>2</sup>	0.009	250	

可见, 在装卸设备数量相差不大的情况下, 采用跨运车方案费用更低。考虑到项目更倾向于欧洲国家的运营习惯, 因此采用跨运车方案具有更好的适应性。

4 设计要点

4.1 码头前沿的布置

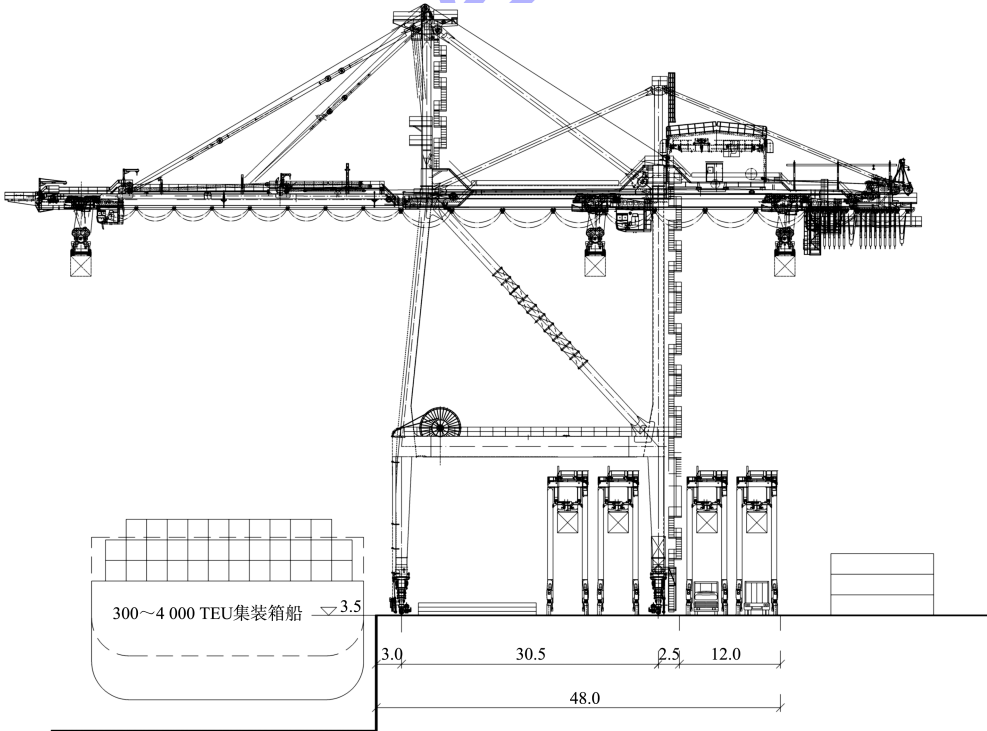
前沿使用岸桥的集装箱码头前沿宽度一般取 65~80 m, 舱盖板位置布置在陆侧轨道后侧。考虑到项目纵深较小, 且岸桥数量不多, 对于装卸车道的需求有限, 轨后的通行车道同样可以作为装卸车道, 结合国外码头使用案例, 考虑将舱盖板

的位置布置在轨道内侧(靠近海侧), 尽量减少码头前沿的宽度, 码头宽度取 48 m, 见图 3。

为避免集装箱接力造成起吊次数增加, 跨运车采用的是同一型号规格的设备, 满足堆 3 过 4 的要求, 整机高度为 15.7 m, 跨运车将集装箱从码头前沿直接起吊并运送到堆场。常规集装箱码头水平运输集装箱牵引半挂车载箱高度仅为 4 m 左右。而跨运车作业模式下, 为避免跨运车在岸桥轨内作业时集装箱岸桥的横梁干涉, 高度须大于 16 m, 该问题在集装箱岸桥的技术要求中须特别说明, 避免出现使用安全问题。



a) 码头前沿作业



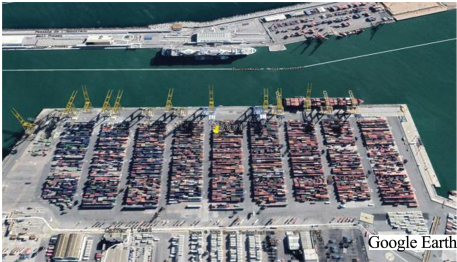
b) 码头前沿布置 (单位: m)

图 3 码头前沿布置及作业

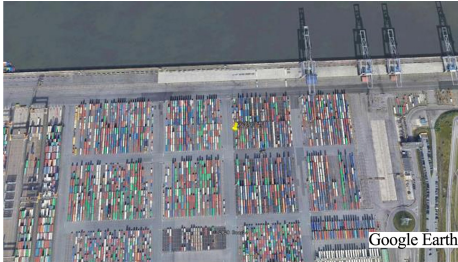
4.2 堆场的布置形式

采用跨运车作业的集装箱堆场，既有平行于码头岸线布置的集装箱堆场(平行布置)，又有垂

直于码头岸线的集装箱堆场(垂直布置)。欧洲港口典型平面布置见图 4，本项目平面布置方案见图 5。

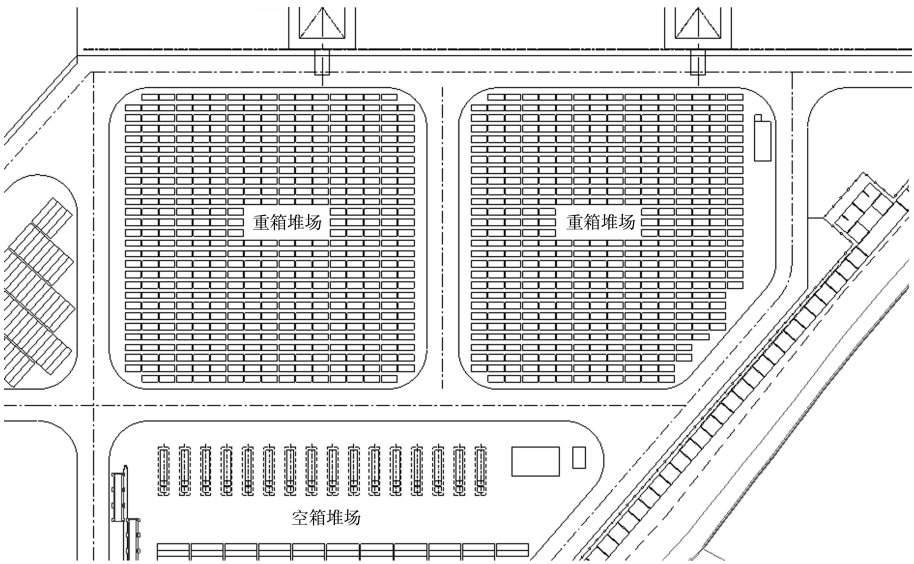


a) 西班牙巴塞罗那港平行布置

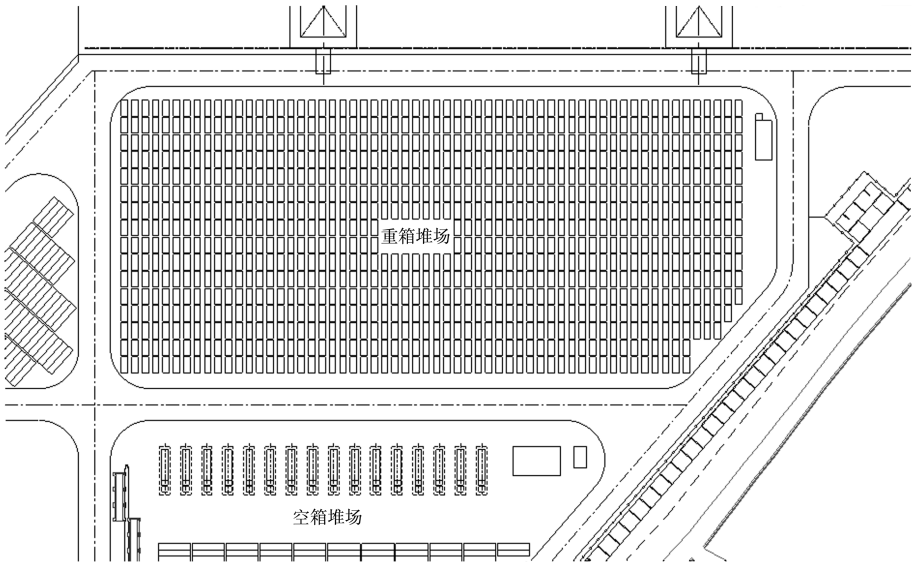


b) 比利时安特卫普港垂直布置

图 4 堆场布置形式



a) 平行布置



b) 垂直布置

图 5 本项目重箱堆场布置方案



国外将 2 种不同的堆场方式定义为不同的作业模式, 分别为直取模式 (direct system) 和中继模式 (relay system)<sup>[6]</sup>。垂直布置可理解为直取模式, 跨运车作为水平运输及堆场作业的设备, 港内集卡不参与水平运输; 而水平布置可理解为中继模式, 跨运车参与码头前沿及堆场

的装卸作业, 水平运输大部分由港内集卡参与, 跨运车可以根据使用功能要求不同, 前沿区可以采用堆 1 过 2, 堆场区可以采用堆 3 过 4 的规格。堆场垂直布置方式是全跨运车作业模式, 水平布置方式是跨运车与集卡车混合作业模式 (图 6)。

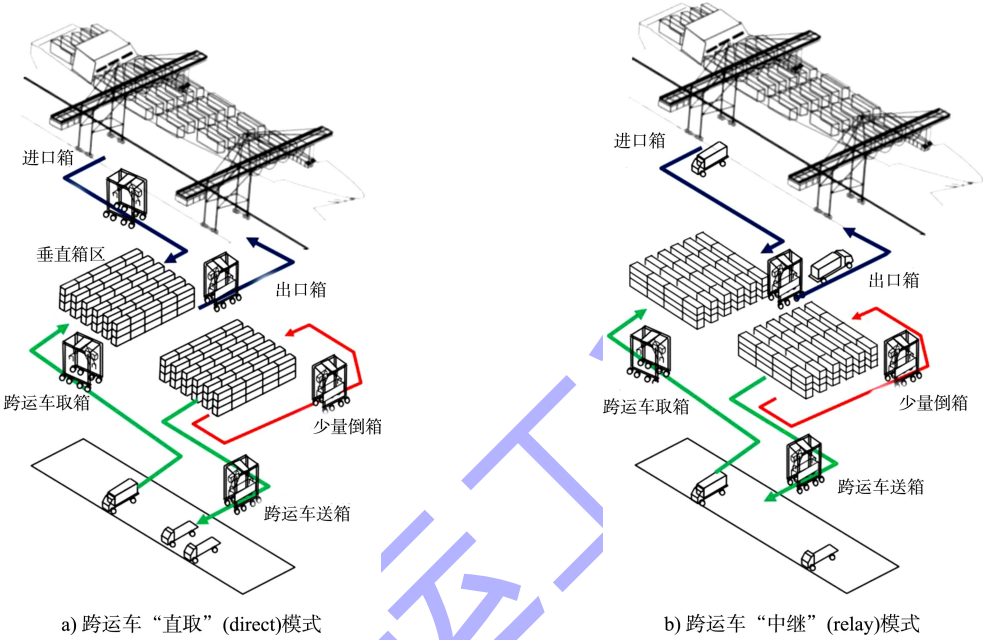


图 6 不同的堆场作业模式

目前, 基于装卸成本的理论研究认为, 码头年通过能力较小, 堆场纵深小, 港内集卡相对于跨运车运输成本效益不显著, 更推荐采用垂直堆场布置方式, 此时港外集装箱卡车不入箱区, 也方便安全管理。

4.3 堆场长度的确定

堆场的长度取决于贝位 (bay), 长度太小不利于堆场的利用, 形成大量的道路分割堆场; 长度太大, 则跨运车需要行驶很长的距离, 不利于跨运车及时投入下一个作业。国外使用跨运车的不同集装箱码头堆场长度见表 4。从表 4 可知, 堆场长度均值在 101 m 左右, 布置 16~18 TEU 集装箱。该数值与理论分析基本一致<sup>[7]</sup>。本项目堆场长度取 108 m, 布置 18 TEU 箱位。

表 4 不同码头集装箱堆场长度及箱位

港口	堆场布置形式	堆场长度/m	箱位/TEU
西班牙巴塞罗那港	平行布置	108	18
比利时安特卫普港	垂直布置	97	16
荷兰鹿特丹港	垂直布置	104	18
法国 Eurofos 港	平行布置	80	12
南非德班港	平行布置	118	18

4.4 交接区的设计

采用跨运车作业的集装箱码头, 集装箱港外卡车不允许进入箱区取送箱, 因此在进出港道路与集装箱跨运车作业堆场之间须设置交接区。PIANC对于跨运车交接区布置的参考值见图 7, 本项目设计方案见图 8。出于安全考虑, 建议港外集装箱卡车采用折返式, 即港外集装箱卡车倒车入位、正向开出, 港外集装箱卡车与跨运车分别处于交接区两侧。

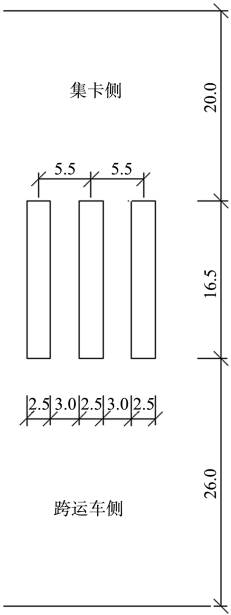


图 7 PIANC 关于交接区布置的建议值 (单位: m)

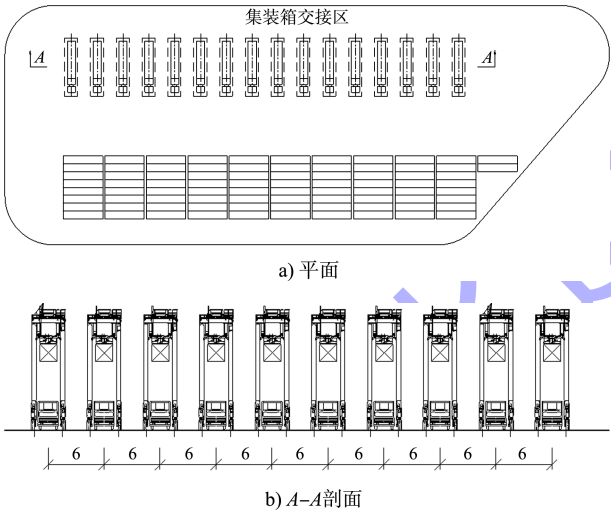


图 8 跨运车交接区设计方案 (单位: m)

5 结 语

1) 集装箱跨运车具有结构简单、机动灵活、使用受限小等优点, 在国外集装箱码头具有大量

的应用, 说明该方案的设计及使用是成熟及可靠的, 运营成本可以接受。

2) 中小型集装箱码头一般对于通过能力要求不高, 集装箱跨运车相对于正面吊具有操作视野好、堆场利用率高、轮压荷载小、综合造价低等优势。

3) 国内规范对于集装箱跨运车的要求较少, 在项目设计中须注意参考国外相关规范和文献。

4) 随着跨运车设计及制造水平的提高, 特别是近几年自动化技术的发展, 跨运车在国内应该会有更进一步的发展与应用。

参考文献:

[1] 李幼萌. 浅谈港口跨运车的应用[J]. 港口装卸, 2003(4): 18-20.

[2] 杨瑞. K35 轻型集装箱跨运车电气系统[J]. 集装箱化, 2007(8): 10-12.

[3] 胡桂军, 董世民, 刘晋川. 轻型集装箱跨运车的技术特性与应用分析[J]. 港口装卸, 2007(3): 11-13.

[4] PIANC. Design principles for small and medium marine container terminals[S]. Bruxelles: PIANC, 2014.

[5] 张立斌, 孟亚好. 中小型集装箱物流场站设备选型[J]. 港口装卸, 2011(6): 45-48.

[6] HUANG W C, Chin-Yuan CHU C Y. Cost comparison of straddle carrier direct and relay systems in container terminals[J]. Journal of marine science and technology, 2003, 11(4): 197-204.

[7] LEGATO P, MAZZA R M. A simulation model for designing straddle carrier-based container terminals[C]//IEEE. Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference. New York: IEEE, 2017: 3138-3149.

(本文编辑 郭雪珍)

著作权授权声明

本刊已许可《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司、北京万方数据股份有限公司、重庆维普资讯有限公司、北京世纪超星信息技术发展有限责任公司以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含上述公司著作权使用费, 所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。