



洋山四期全自动化集装箱码头交通组织

王施恩

(上海国际港务(集团)有限公司, 上海 200080)

摘要: 全自动化集装箱码头具有高效、绿色、安全等突出优势。采用与自动化工艺系统相适应的交通组织尤为重要, 以达到充分挖掘道路潜力、有效减少交通参与者的时间延误、提高路网通行能力的目的。结合洋山四期全自动化集装箱码头建设案例, 采用高速公路立交设计方法, 引进城市道路单向交通理念, 对港外、港内道路进行路线方案设计并分配交通量, 采用 VISSIM 仿真软件进行交通仿真模拟。研究结论如下: 港区进出港闸口分开布设, 港内主干道采用单向交通, 港外道路节点立交并布设港外辅道。

关键词: 集装箱码头; 自动化; 交通组织

中图分类号: U 656.1⁺35

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)09-0035-05

Traffic organization for fully automated container port of Yangshan phase IV

WANG Shi-en

(Shanghai International Port (Group) Co., Ltd., Shanghai 200080, China)

Abstract: Fully automated container terminals have such advantages as high efficiency, environmentally friendliness and safety. It is essential to adopt appropriate traffic framework for automated technology systems, which can ensure the normal operation of terminals and achieve the aim of promoting the traffic ability and reduce the time vehicle delay on intersection effectively. Combining Yangshan port phase IV fully automatic container terminal construction project, we adopt the design method for the freeway interchange and adhere the concept of one-way traffic management applied to the route design and traffic distribution of the roadways of the port area. Moreover, VISSIM is employed to simulate the traffic framework. It is concluded that the entrance and exit gates are arranged separately, the trunk road inside the port area adopts the one-way traffic mode, and roads outside the port area are overcrossing at the intersections of the terminal area.

Keywords: container terminal; automation; traffic organization

洋山深水港区已建港外道路主要采用“主线-辅线”分离、节点立交的布置方式, 高架主线路服务于港区直接进出东海大桥的车辆, 地面辅线主干道服务于各分港区之间通行的车辆。洋山一期至三期已建港内道路根据功能需要, 采用双向四车道或六车道。为了给洋山深水港区创造便捷、通畅的港外交通环境, 对洋山四期全自动化集装箱码头与外部港区主干道的交通组织展开了一系列研究。本文将以小洋

山四期建设为背景, 依托洋山深水港区总体规划, 对四期的港外道路交通组织及其运行状况展开专项研究, 以达到优化区域交通、高效组织港外集疏运交通的目的。

研究路线: 各区域交通组织方案→交通需求预测及高峰小时 OD 分析→路段交通量分配→路段交通运行评价→匝道分合流点交通运行评价→关键节点交通运行评价及优化→交通组织方案的仿真建模及标定→交通仿真评价。

收稿日期: 2016-06-16

作者简介: 王施恩 (1962—), 男, 高级工程师, 从事港口工程管理和研究工作。

1 港外交通组织

1.1 交通组织方案^[1]

四期工程陆域狭长，紧贴东海大桥，根据东海大桥的交通接口条件、四期工程的陆域特点及自动化集装箱码头的作业特点，其闸口布置采用“东进西出”的布置形式，与之相对应的进出港匝道平面布置见图1。

上海方向到洋山四期的小汽车与集卡交通流一起从大乌龟匝道出口驶离东海大桥，然后分流，小汽车右转直接进入四期工程生产管理中心区域，集卡车辆前行至港区东侧进港闸口驶入港区。出港回上海方向的车流从东海大桥桥下穿过，左转

变右转，然后通过大乌龟上行匝道驶入东海大桥。

该方案主要特点如下：

1) 入港集卡车流从大乌龟下匝道驶离东海大桥，与东海大桥颗珠山海堤路段主线车流分离，降低了主线的饱和度，使主线运行更加顺畅，提高了运行效率。

2) 从大乌龟下行匝道到港区进港闸口之间的距离约1.2 km，当入港货车流量较大时，有足够的排队长度，使得在流量加大的情况下，车辆不致溢出东海大桥，影响主线交通。

3) 通过大乌龟立交、颗珠山立交，洋山四期工程港区内外实现全互通，车流流线清晰。

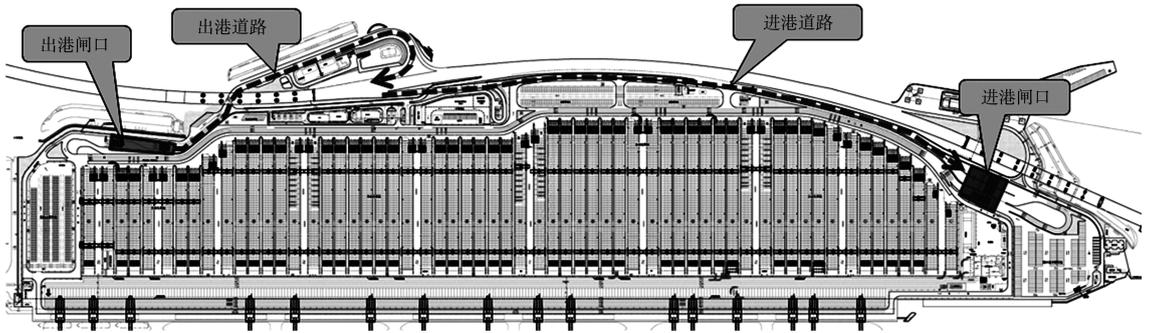


图1 港外道路交通组织方案

1.2 出入口分析评价^[2-5]

四期工程港外道路主线设计车速60 km/h，有中央分隔、双向六车道、全线立体交叉、完全控制进入，车流量较大，其中集卡车辆所占比例85%，道路等级较城市主干路高。根据《城市快速路设计规程》、《公路工程技术标准》和《城市道路设计规范》，参照已建一、二、三期港区后方主干道的设计标准，本段港外道路定为城市快速路范畴。因港外道路紧邻四期港区，上下主线的匝道布置较多，故对匝道之间的间距，匝道的加减速车道的长度专门进行了研究。

各规范对于出入口间距的规定以及出入口实际距离汇总如表1所示。

1) 出入口间距。

港外交通组织设计出入口布置如图2所示。

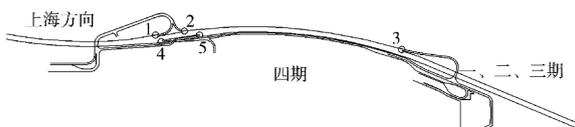


图2 港外道路出入口编号

表1 匝道出入口间距 m

出入口号	实测值	规范值		
		城市快速路设计规程	公路路线设计规范	城市道路交叉口设计规程 城市道路设计规范
1—3	1 423	460	无	160 80
2—3	1 262	760	无	200—320 80
2—1	161	160	无	80 40
4—5	220	160	无	80 40

由表1可得，各匝道出入口间距均大于各规范所要求的最小值，港外道路匝道设计出入口间距符合规范要求。

2) 加减速车道长度。

根据图2所示的出入口编号，得到港外道路各个出入口加减速车道长度值(表2)。

从表2可知，加减速车道长度满足城市快速路设计规程。

表 2 加减速车道长度 m

编号	实测值	规范值			
		城市快速路 设计规程	公路路线 设计规范	城市道路交叉 口设计规程	城市道路 设计规范
1	175	160	270	160	180
2	133	90	140	90	90
3	223	160	270	160	180
4	212	90	140	90	90
5	181	160	270	160	180

1.3 港外道路 OD 分析

1) 交通组成及分区。

四期港外道路是港区对外的主要集疏运道路，其交通量主要由以下几部分组成：

①进出四期港区的车辆，这些车辆构成港区的主要流量。

②上海方向与一、二、三期之间相互联系的集卡车辆、社会车辆。

③三期北部物流园区，东部 LNG 码头、油品码头区域与上海方向的交通。

2) 高峰小时交通量。

根据洋山深水港区集装箱 630 万年吞吐量预测以及构成分析，四期港外交通量预测见表 3。其中上海至四期的集装箱车辆中，大部分会空箱出港然后再进港装箱，随后驶离四期，因此港外 OD 中，存在四期至四期交通流量。

表 3 港外交通 OD 预测

来源地	前往地				
	上海方向/ 万 TEU	四期/ 万 TEU	东港区/ 万 PCU	一、二、三期/ 万 TEU	三期北侧物流 园区/万 TEU
上海方向		150	43.5	400	52
四期	150	140		15	
东港区	43.5				
一、二、 三期	400	15			
三期北侧 物流园区	52				

注：水-水中转量按 52.3% 计算。

根据以上四期港外交通量预测表，进行高峰小时交通量 OD 计算。

单向高峰小时交通量 = 年日均交通量 × 交通量月不均匀系数 × 交通量日不均匀系数 × 日高峰小时

系数 × 方向不均匀系数。

其中，年日均交通量 = 年集装箱需求量 / [每辆集卡的平均装箱量 × (1 - 集卡空载率) × 年作业天数] × 车辆换算系数。

参数取值：月不均匀系数、日变化系数、日高峰小时系数、方向不均匀系数均按照实际数据进行计算取值，分别为：1.118、1.25、1/16.6、1。

每辆集卡平均装箱量 1.8 TEU，集卡空载率 15%，年作业天数 360 d，车辆换算系数为 3.0。

根据年通过量 OD 及上述参数，得到四期港外各区域之间的高峰小时交通量 OD 分布（表 4）。

表 4 港外各区域间高峰小时 OD 分布 PCU/h

来源地	前往地					合计
	上海方向	四期	东港区	一、二、 三期	三期北侧 物流园区	
上海方向		685	107	1 827	237	2 856
四期	685	639		69		1 393
东港区	107					107
一、二、 三期	1 827	69				1 896
三期北侧 物流园区	237					237

3) 四期港外道路交通^[6-7]。

运用交通理论分析，对四期港外两种交通组织设计方案的交通运行状态进行评价，并对比分析。

根据高峰小时交通 OD 的分析结果，针对港外道路设计方案，对交通量在路网上进行分配。根据港外道路的通行能力参数，计算得到饱和度及对应的服务水平（图 3）。

经分析，东海大桥整体运行情况良好，四期港外道路大部分道路位于一级至二级服务水平范围内，局部路段处于三级服务水平。

1.4 交通仿真建模

采用实验交通工程的手段，应用德国 PTV 公司的 VISSIM 仿真软件平台，根据预测交通数据和道路设施设计条件及组织管理情况，对整个评价范围内的路网交通运行状况进行模拟，并输出路网的交通效益指标，从交通效益方面对四期港内外路网运行状况进行定量分析评价。

对整个路网进行仿真评价结果见表 5。

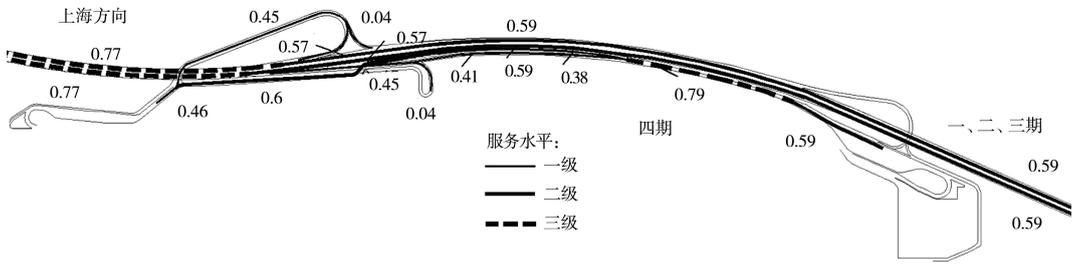


图3 港外路段饱和度及服务水平

表5 仿真结果

年吞吐量/万 TEU	车均延误/s	平均停车次数/(次/辆)
630	61.7	2.4

2 港内交通组织

作为一座全自动化集装箱码头，四期工程的主要交通流均集中在自动化堆场北侧、连接进出港闸口的横向主干道(纬三路)，交通流向为自东向西。以此为基础，为了优化港内交通条件，

设计借鉴城市道路的单向交通理念，以自动化堆场北侧横向主干道为中心，港内形成2个单向交通大循环。其中，以自动化作业区为中心的逆时针交通大循环，主要是港内特殊箱作业的交通流向；以超限箱堆场为中心的顺时针交通循环，是超限箱堆场装卸作业的交通流向。单向交通设计减少了港内的交通冲突点，变垂直交叉为同向交汇，大大优化了港内交通条件(图4)。

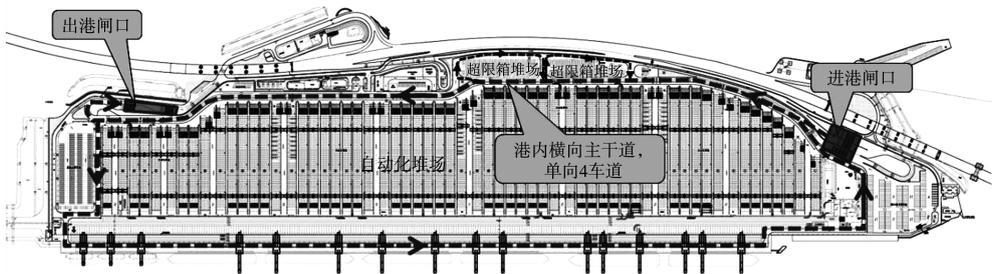


图4 港内主要交通流向

2.1 港内道路 OD 分析

1) 功能区划分。

四期内部总体情况如图5所示。根据各区域

功能不同，可将四期内部划分为：危险品箱堆场、超限箱堆场、口岸查验区、机修区、自动化堆场、码头、生产管理区、闸口等功能区。

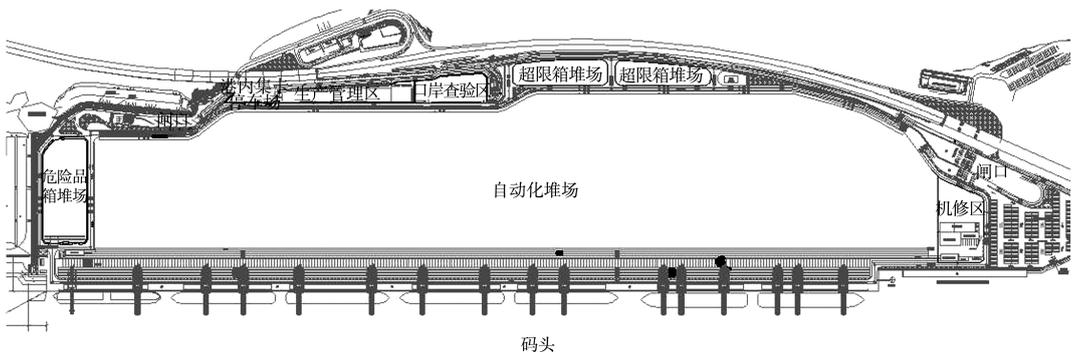


图5 港内各功能区域

