

序号	实验项目	功能	特点与效果	实验层次	服务课程	实验课时	实验类别	面向专业（学科）
6.	港口物流设备运营虚拟仿真实验	本实验完成内河港口物流设备运营系统设计与优化、分析内河港口物流设备的类型、与运用方面的理论与运作流程等、建立港口物流设备运营系统仿真模型，并调试运行，分析仿真结果。实现了港口物流设备运营的优化，解决了此类型内河港口物流设备运营系统设计优化方案相关问题。	使学生掌握物流装备与运用方面的理论与系统仿真优化方法，培养学生在港口物流设备运营系统设计与综合开发方面的能力，锻炼解决内河港口工程实践中物流设备流程优化方面的技能。	设计	物流装备与选用	4	专业	交通运输、物流工程

编号：1518020

课程名称： 物流装备与运用

主要撰写人：周桂良

### 一、实验的地位、作用和目的：

本实验课是物流装备与运用课程教学的重要辅助手段。通过实验，使学生加深对课堂教学内容的理解，培养学生使用相关计算机软件的能力，增强学生对物流装备运营系统分析与优化的基本能力。

### 二、课程内容提要：

本课程是物流工程专业学生的一门专业限选课程。其主要内容包括公路运输装备、铁路运输装备、物流装卸与搬运装备、起重装备概述、集装单元化技术与装备、连续输送装备、带式输送机、搬运车辆、基于 Flexsim 的物流设备仿真等。

### 三、实验配套的主要仪器设备及台（套）数：

投影仪	1 台
电脑	40 台
话筒	1 个
播放器	1 个
Flexsim 系统	1 套

#### 四、实验项目与提要:

序号	实 验 项 目	学时	内 容 提 要	要求	类型
1	港口物流设备运营虚拟仿真实验	4	<p><b>目的:</b> 熟悉淮安新港港口物流设备运营情况,了解 Flexsim 软件的使用环境和功能,学习使用仿真软件对淮安新港港口物流设备运营进行仿真分析,并对其进行优化。</p> <p><b>内容:</b> 根据淮安新港港口物流设备运营系统描述和参数,应用 Flexsim 仿真软件建立系统仿真模型并运行,查看仿真结果,分析现有设备运营不足之处,并找出具体的解决思路与方法。</p> <p><b>方法:</b> 上机操作。</p>	必修	设计

授 课 对 象	本 科	实 验 要 求	必 修	课程学时数	48
				实验学时数	4
课程英文名称：		Logistics Equipments and Application			
适用专业：		物流工程			
说 明：					
主要教材及参考书：		1、范钦满. 物流装备与运用. 北京：清华大学出版社，2011. 9 2、鲁晓春. 物流设施与设备. 北京：北京交通大学出版社，2008. 2 3、何民爱. 物流装备与运用. 南京：东南大学出版社，2008. 2			

审 核 人: 周凌云

院 长: 夏晶晶

## 实验六 港口物流设备运营虚拟仿真实验

实验学时：4 学时

实验类型：设计

实验要求：必修

### 一、实验目的

- 1、熟悉淮安新港港口物流设备运营情况；
- 2、了解 Flexsim 软件的使用环境和功能；
- 3、学习使用仿真软件对淮安新港港口物流设备运营进行仿真分析，并对其  
进行优化；
- 4、加深对教学环节中所获知识的理解和巩固；
- 5、学习和培养针对某具体案例进行试验的能力；

### 二、实验内容

本实验主要包括两部分内容：

- 1、根据指导教师的介绍，熟悉淮安新港港口物流设备运营情况，查找现有港口设备的配置情况，了解 Flexsim 软件的环境和功能，知道仿真模型中的作业规则，学习使用 Flexsim 进行港口设备仿真的过程和方法，
- 2、根据现有淮安新港港口物流设备运营系统情况描述和参数，应用 Flexsim 仿真软件建立仿真模型并运行，查看仿真结果，分析各种设备的综合利用情况，发现港口物流设备运营中存在的问题，找出解决的思路与方法，使港口物流设备配置与运营最优。

系统描述：

淮安新港作为淮安市三大港口之一，在淮安、江苏乃至运河航运的发展中具有重要作用。特别是随着淮安地区和周围经济的外向型经济的发展，为新港提供了充足的货源和发展动力。

淮安新港散货码头的作业流程图如图 1、表 1 所示：

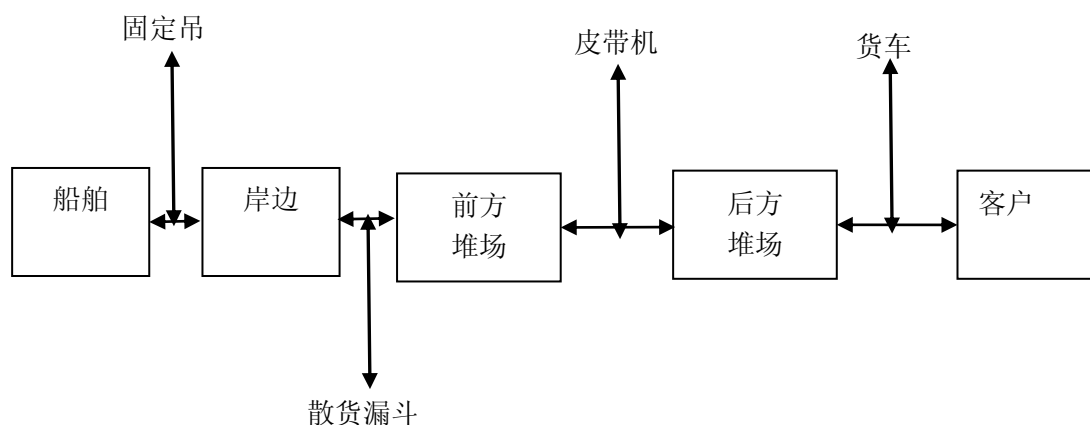


图 1 淮安新港散货码头作业流程图

表 1 淮安新港散货码头装卸工艺设备构成表

泊位名称	码头结构	卸船装备	上坡装备	后方堆场
1 号	高桩码头	双 10T 固定吊	皮带机	混凝土搅拌站直接使用
2 号	高桩码头	双 10T 固定吊	皮带机	混凝土搅拌站直接使用
3 号	高桩码头	双 5T 固定吊	皮带机	散货堆场

系统参数：

- (1) 船舶货物到达服从指数分布  $(0, 10, 1)$ ；
- (2) 船舶泊位作为暂存区，可暂存 10000 吨货物；
- (3) 从船舶上装载、卸载货物由岸边吊机执行，岸边吊机速度为 2，装载货物服从均匀分布  $(8, 15, 0)$ ，卸载货物服从均匀分布  $(2, 5, 0)$ ；
- (4) 船舶上货物卸载任务分配由任务分配器执行，规则为 FIFO；
- (5) 皮带输送机 3 台，每台输送机的速度为 2，容量为 600；
- (6) 堆场用暂存区模拟，堆场容量为 100000 吨；
- (7) 离开去混凝土厂用吸收器模拟；
- (9) 连续仿真一天的系统运行情况。

### 三、实验条件

- 1、Flexsim 5.0 仿真软件
- 2、计算机、局域网

3、office 办公软件

四、实验步骤

4.1 仿真对象及作业规则定义

在仿真模型中对于散货码头的装卸设备、码头设备和堆场将使用如下对象进行定义，如表 2 所示。

表 2 对象定义

实际对象	仿真对象
船舶货物到达	发生器
船舶泊位	暂存区
货物	临时对象
岸边吊机	任务执行器
皮带输送机	输送机
堆场	暂存区
离开去混凝土厂	吸收器

仿真模型作业规则

淮安新港散货码头的仿真模型便是构建在系统模型之上，通过计算机对散货码头系统模型进行数字化的抽象，仿真模型的流程见图 2:

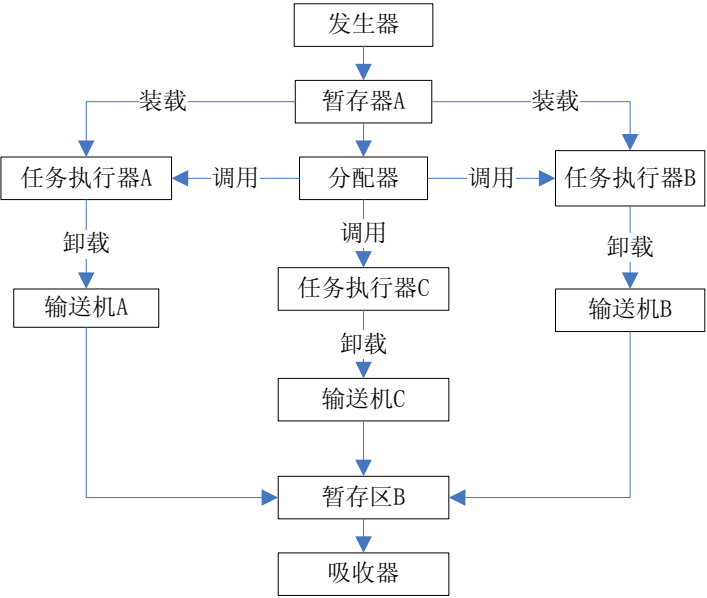


图 2 仿真模型的流程

### ①船舶产生与排队

船舶到港后，模型首先判断是否有空闲泊位，如果泊位均空闲，船舶按序列停靠泊位；如果泊位均处于忙的状态，则船舶在外港排队等待，直到泊位空闲时进港靠泊。船舶产生与排队子模块以流程图表示，如图 3 所示。

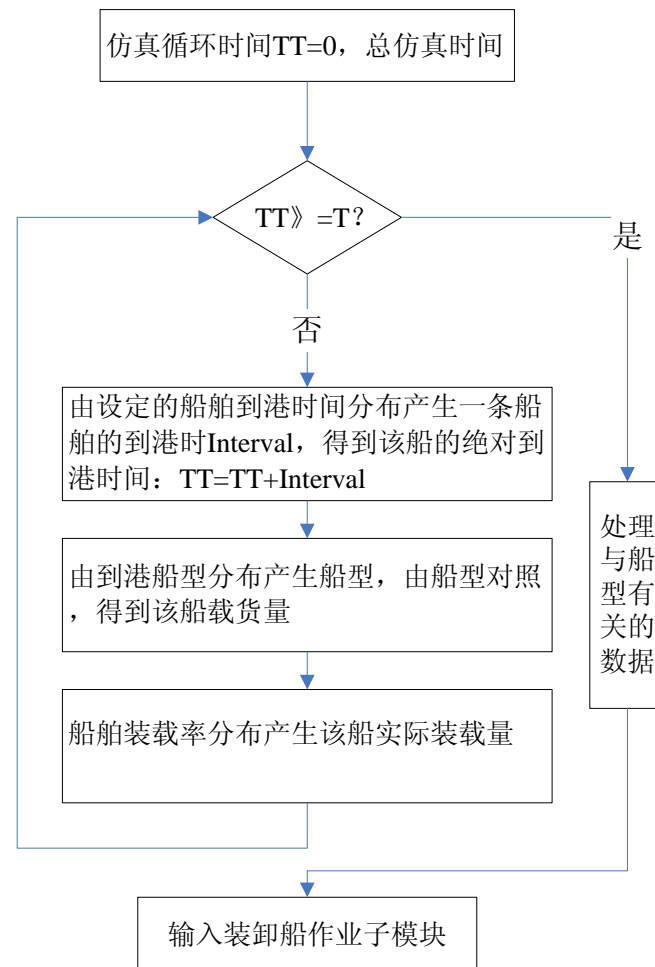


图 3 船舶产生与排队子模块流程图

### ②卸船作业

卸船是仿真系统的主体部分，主要由码头前沿卸船作业所组成。根据泊位和其停靠船舶，分配各种机械。船舶靠泊后，相继进入固定吊的码头前沿作业、水平搬运作业、堆场作业。卸船子模块流程图 4 所示。

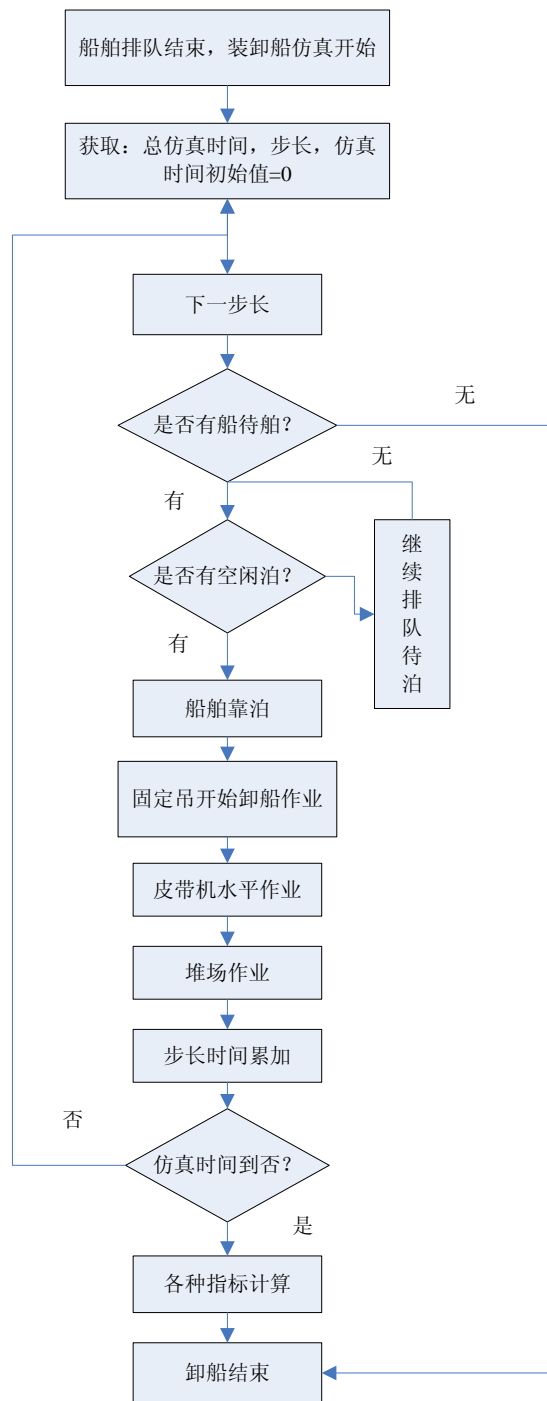


图 4 卸船子模块流程图

### ③固定吊作业

装卸桥作业模块解决的主要问题是计算在仿真时间内，任一泊位使用的固定吊在每个步长时间内的理论处理量。固定吊作业子模块流程图如图 5 所示。



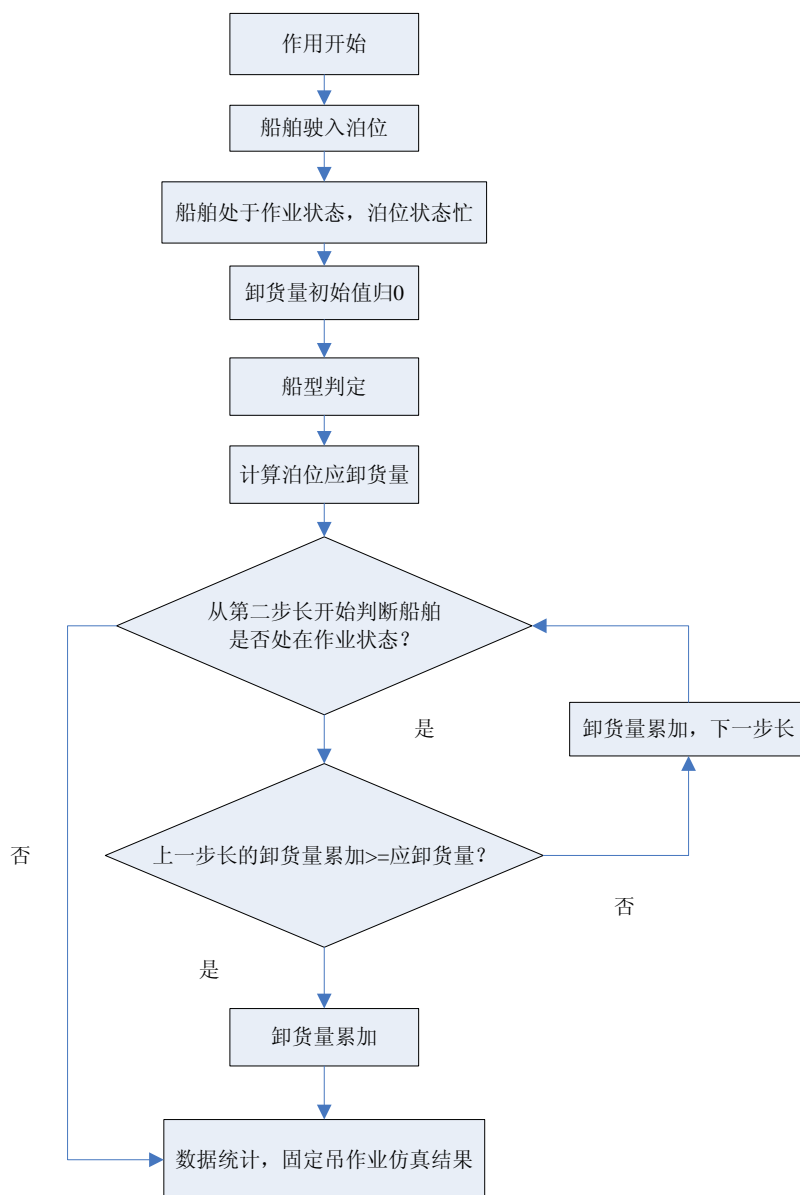


图 5 固定吊作业子模块流程图

#### ④皮带运输机作业

皮带运输作业是水平搬运作业, 建模规则是建立皮带运输机械数量是按照作业固定吊台数来配比的。由于皮带机是连续运输机械, 该部分仿真模型较为简单。皮带运输机作业子模块流程图如图 6 所示。

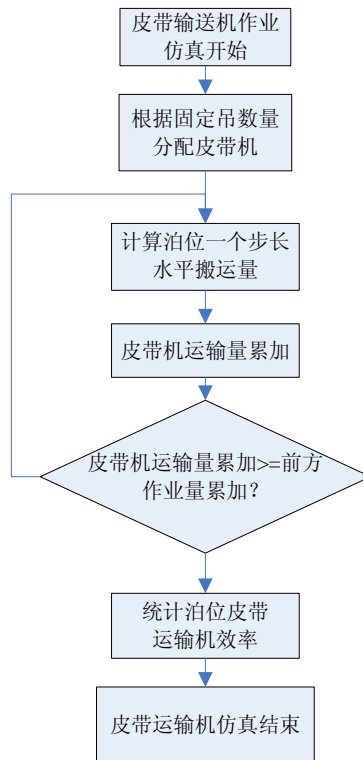


图 6 皮带输送机作业子模块流程图

## 4.2 仿真模型建立

根据系统描述，通过对系统的分析，建立正确的模型。在标准实体栏中选择正确的实体，将其拖拽到正确的位置即可。

根据系统描述，可设置一个发生器，两个暂存区，一个任务分配器，三台任务执行器，三台传送带，一个吸收器。前一个暂存区用来模拟船舶泊位，后一个暂存区用来模拟港口堆场，三台任务执行器用来模拟岸边吊机。

实体建立完成后，下一步是根据临时实体的路径连接端口。连接过程是：根据需要按住“A”或“S”键，然后用鼠标左键点击发生器并拖曳到暂存区，再释放鼠标键。拖曳时你将看到一条黄线，释放时变为黑线

模型如下图所示：

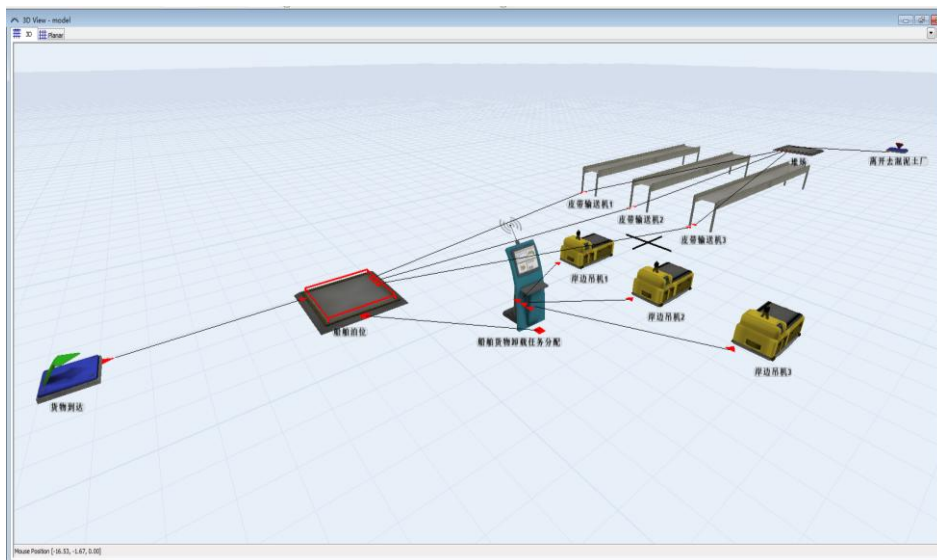


图 7

### 4.3 参数设置

参数设置是对模型中的各实体参数按照系统描述所示进行设置。双击标准实体，就弹出其参数设置窗口，在窗口中根据系统描述选择正确选项后点确定即可。

- 1、发生器的参数设置如下：发生器到达时间间隔，下拉框中选择“使用指数”一项，(0, 10, 1) 分钟，如图 8 所示：



图 8

2、暂存区 1 参数设置如下图，表示暂存区 1 的容量为 1 万吨，如图 9 所示：



图 9

3、任务分配器的排队规则为 FIFO，参数设置如下图 10 所示：

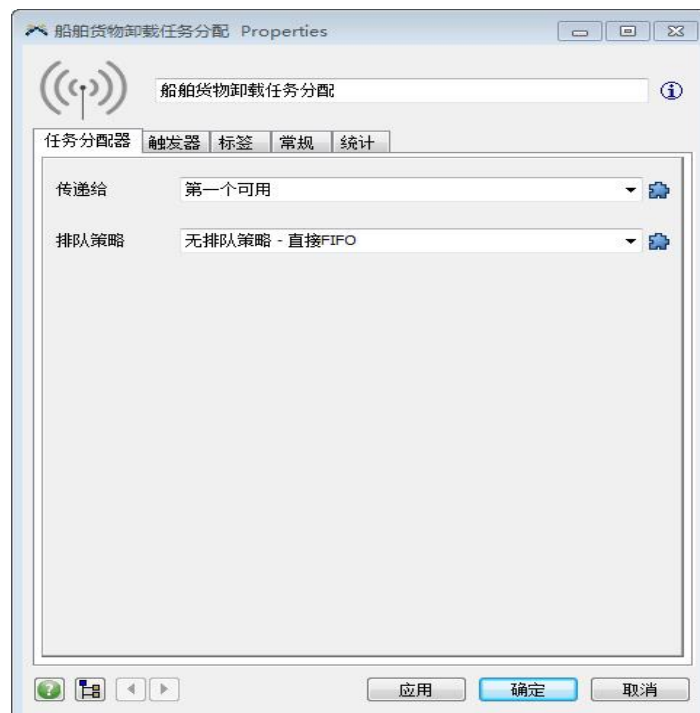


图 10

- 4、任务执行器为三台，前两台容量为 2，第三台容量为 1，它们的最大速度为 2，装载货物服从均匀分布（8，15，0），卸载货物服从均匀分布（2，5，0），执行任务时装载/卸载货物不行进偏移，具体参数设置如下图 11 所示：

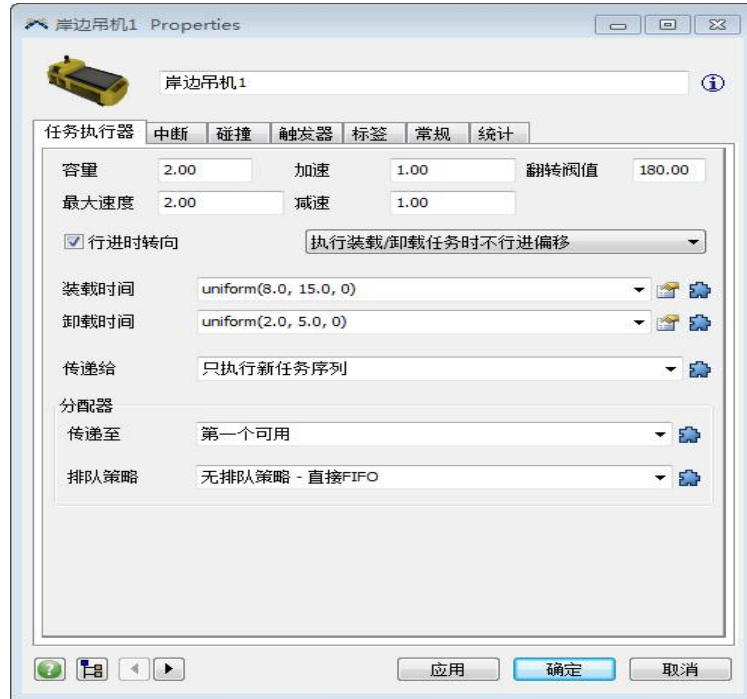


图 11

- 5、对三台输送带进行参数设置，输送带的容量为 600，速度为 2，具体参数设置如图 12 所示：

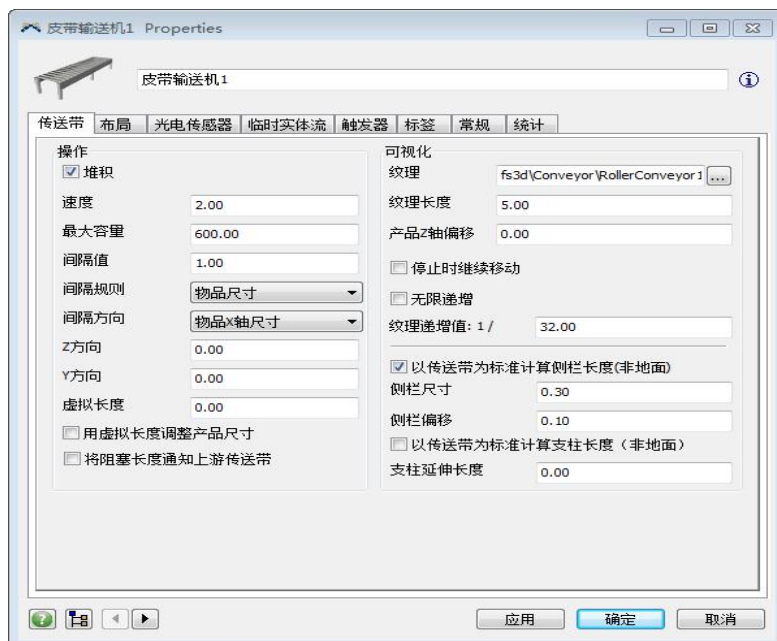


图 12

6、对暂存区 2 进行参数设置，暂存区 2 的容量为 100000，具体参数设置如图 13 所示::

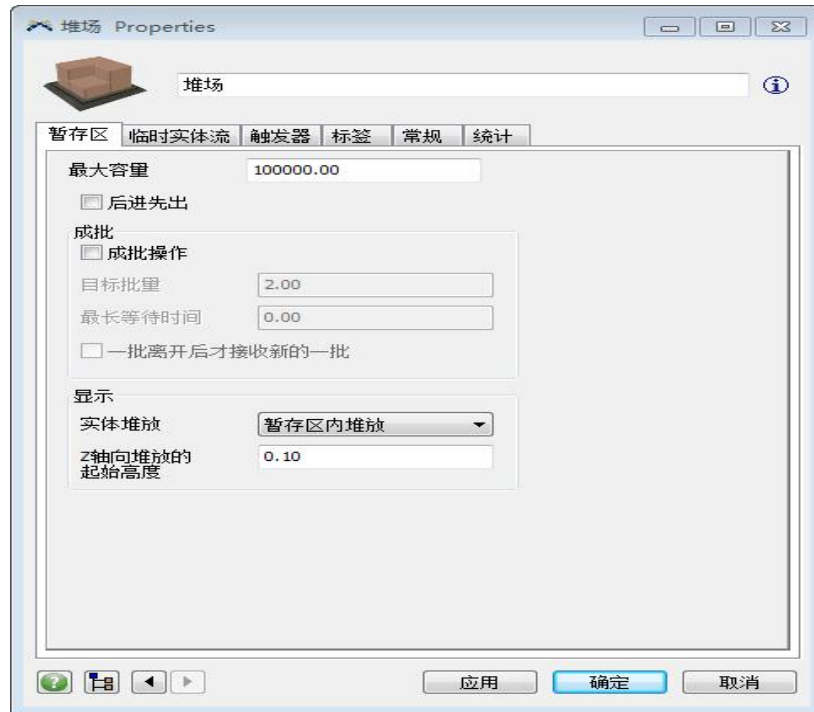


图 13

7、对吸收器进行参数设置，如下图 14 所示:

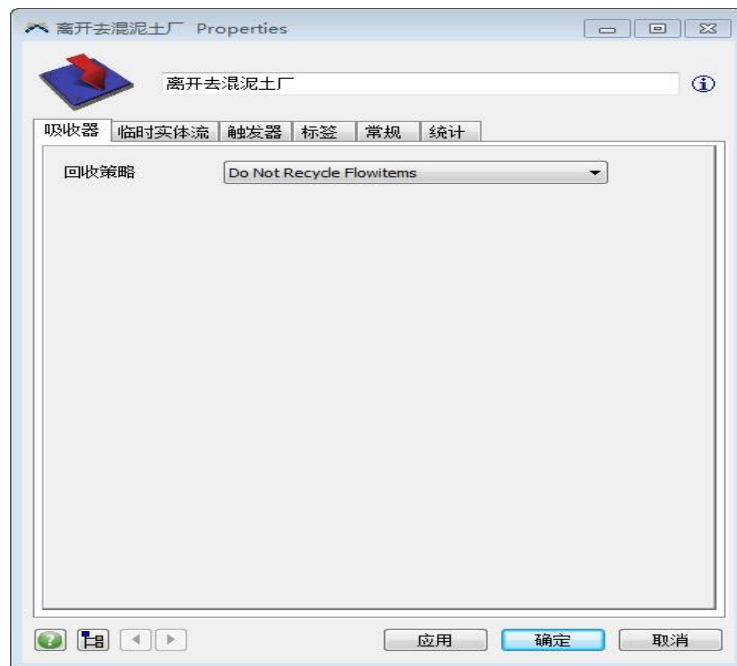


图 14

8、对模型进行美化，如下图 15 所示:

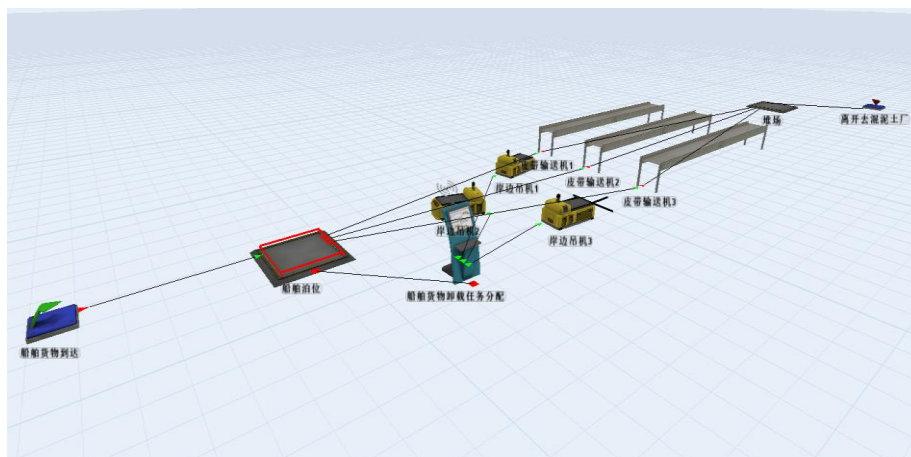


图 15

## 4.3 模型运行

1、系统仿真运行时间设置为 86400S，运行屏幕图如下图 16 所示：

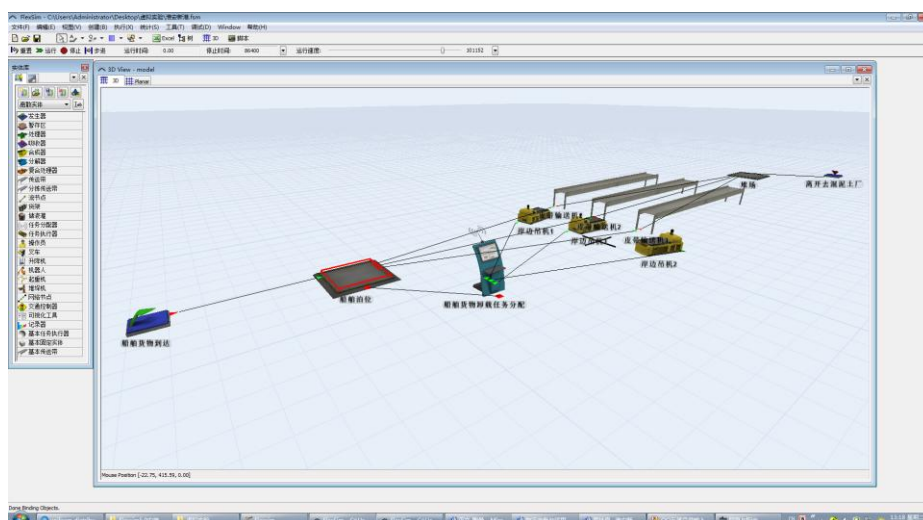


图 16

2、系统运行 3D 图如下图 17 所示：

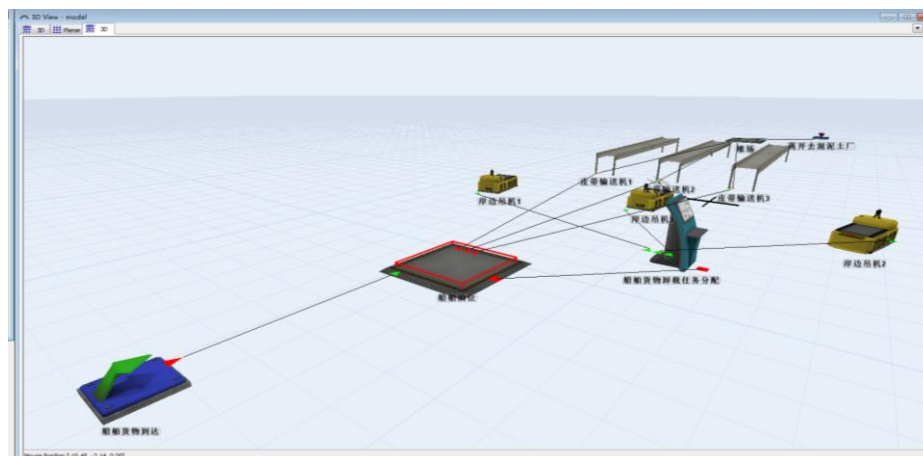


图 17

4. 4 仿真结果分析

仿真运行 86400s，停止运行，选择统计菜单，输出模型统计报告，统计报告如下图 18：

Summary Report

Model Stop Time: 86400.00

Object	Class	stats	content	stats	contentmin	stats	contentmax	stats	contentavg	stats	input	stats	output	stats	staytime	min	stats	staytime	max	stats	staytime	avg	state	current	state	since
临榆货物到达	Source	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	8595.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	86380.05				
临榆泊位	Queue	2.00	0.00	11.00	1.30	8595.00	8593.00	8.00	46.13	13.07	10.00	86399.48														
临榆货物卸车任务分配	Dispatcher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00					
堆场	Queue	0.00	0.00	1.00	0.00	8591.00	8591.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	86394.07					
离开去混凝土厂	Sink	1.00	1.00	1.00	0.00	8591.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00					
皮带输送机1	Conveyor	0.00	0.00	1.00	0.21	3638.00	3638.00	5.00	5.00	5.00	6.00	86393.45														
皮带输送机2	Conveyor	1.00	0.00	1.00	0.17	2908.00	2907.00	5.00	5.00	5.00	13.00	86399.17														
皮带输送机3	Conveyor	0.00	0.00	1.00	0.11	1986.00	1986.00	5.00	5.00	5.00	6.00	86394.07														

State Report

Model Stop Time: 86400.00

Object	Class	idle	processing	busy	blocked	generating	empty	collecting	releasing	waiting for operator	waiting for transporter	breakdown	scheduled down	conveying	travel empty	travel loaded
临榆货物到达	Source	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
临榆泊位	Queue	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	28.95%	0.00%	9.89%	0.00%	61.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
临榆货物卸车任务分配	Dispatcher	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
堆场	Queue	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
离开去混凝土厂	Sink	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
皮带输送机1	Conveyor	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	78.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	21.40%	0.00%	0.00%
皮带输送机2	Conveyor	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	83.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	16.82%	0.00%	0.00%
皮带输送机3	Conveyor	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	88.51%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.49%	0.00%	0.00%

三台任务执行器的统计情况如下图 19、图 20、图 21：

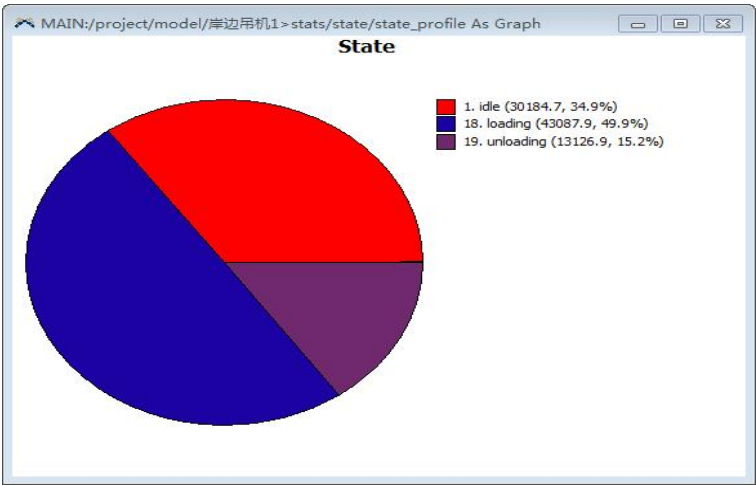


图 19 任务执行器 1 的数据统计图



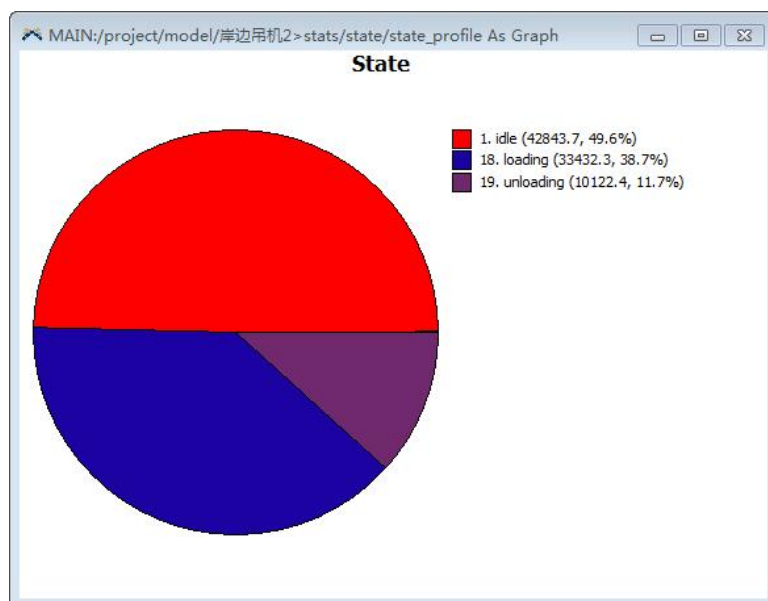


图 20 任务执行器 2 的数据统计图

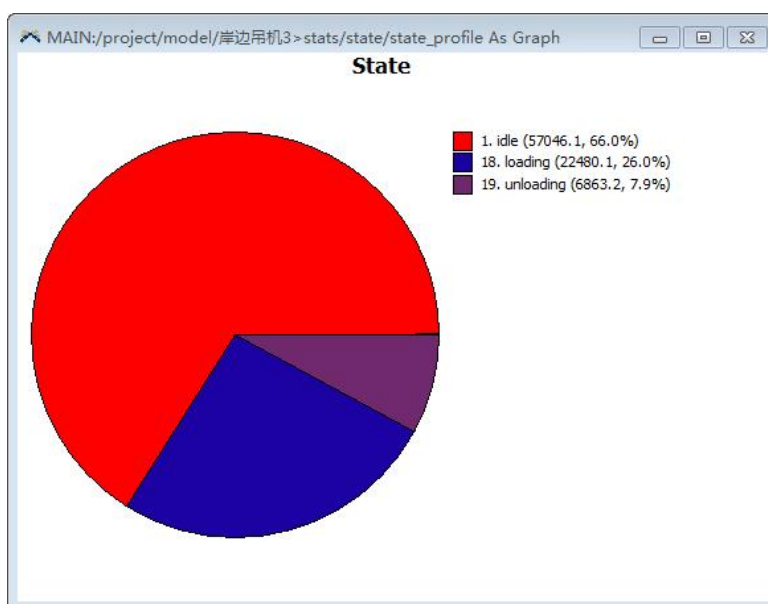


图 21 任务执行器 3 的数据统计图

从仿真结果中可得：任务执行器 1 的空闲率为 34.9%，装载所占时间为 49.9%；任务执行器 2 的空闲率为 49.6%，装载所占时间为 38.7%；任务执行器 3 的空闲率为 66.0%，装载所占时间为 26.0%；三条输送带的空闲率分别达到 78.6%、83.18%、88.51%。

从上述结果参数中可以看出淮安新港三条输送带设备空闲率较高，岸边吊机利用率较低，且装载货物的时间较长，需要对其设备进行优化配置，以使设备得

到充分高效利用。可以通过停用岸边吊机 3、皮带输送机 3 来提高淮安新港的设备利用率，同时改进岸边吊机的货物装载工艺，使其装载时间缩短，从而大大提高岸边吊机设备的整体运行效率。

优化后的结果如下图 22、图 23、图 24 所示：

State Report																
Model Stop Time: 06400.00																
Object	Class	idle	processing	busy	blocked	generating	empty	collecting	releasing	waiting for operator	waiting for transporter	breakdown	scheduled down	conveying	travel empty	travel loaded
/船舶货物到达	Source	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
/船舶泊位	Queue	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	39.11%	0.00%	17.99%	0.00%	42.89%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
/船舶货物卸载任务分配	Dispatcher	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
/堆场	Queue	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
/离开去港边土厂	Sink	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
/皮带输送机1	Conveyor	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	71.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	28.40%	0.00%	0.00%
/皮带输送机2	Conveyor	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	76.69%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	21.31%	0.00%	0.00%
/皮带输送机3	Conveyor	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

图 22

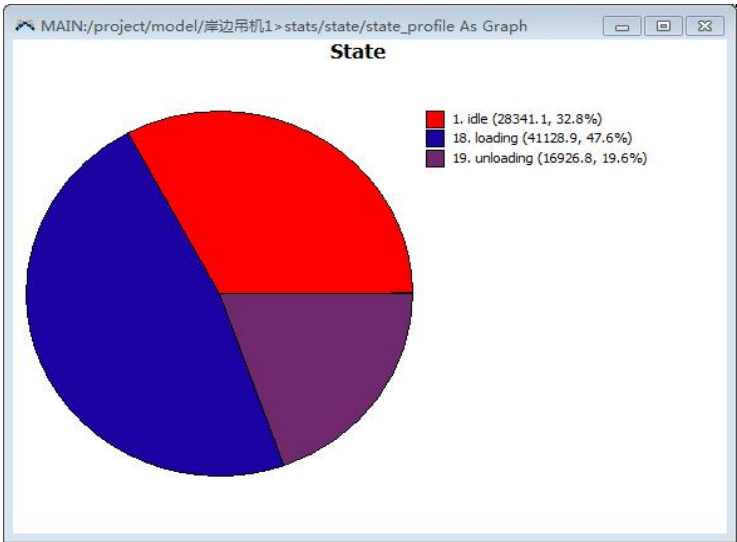


图 23 任务执行器 1 的数据统计图

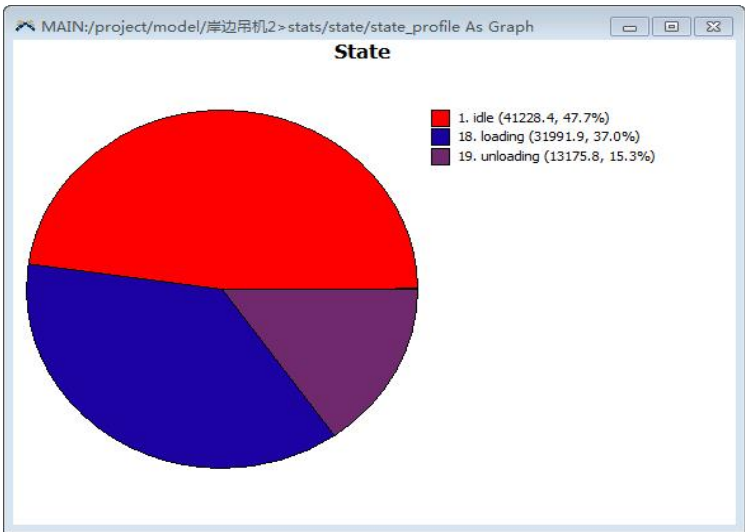


图 24 任务执行器 2 的数据统计图

从优化后的仿真结果中可得：任务执行器 1 的空闲率为 32.8%，装载所占时间为 47.6%；任务执行器 2 的空闲率为 47.7%，装载所占时间为 37.0%；两条输送带的空闲率分别达到 71.6%、78.69%。与优化前结果比较，岸边吊机和输送带的利用率均得到明显提高，设备整体运行效率也得到了提高。

## 五、实验思考题

- 1、系统仿真结果如何直观的查看和分析？
- 2、如何找出系统运行中存在的瓶颈？
- 3、针对港口类仿真系统中存在的瓶颈解决方法有哪些？

## 六、实验报告要求

- 1、实验目的和内容；
- 2、实验条件；
- 3、实验步骤；
- 4、港口物流设备仿真模型的建立、运行及数据分析；
- 5、思考题；
- 6、实验体会。

## 七、其它说明

原始数据采用淮阴工学院的实验原始数据记录纸进行记录，实验报告符合淮阴工学院有关实验的规定。

## 八、实验考核要求

实验考核总体分为三部分：

- 实验预习：20%

根据对实验资料的阅读情况。

- 实验操作：50%

在正常实验时间内，应正确运用仿真软件，根据整个过程和仿真效果给出实验操作成绩。

- 实验报告：30%

## 九、实验参考资料

- [1] 范钦满、周桂良. 物流装备与运用[M].清华大学出版社, 2011.
- [2] 蔡临宁. 物流系统规划——建模及实例分析[M].机械工业出版社, 2003.