

包装工程专业实践环节

# 《包装机械课程设计》教案

李 光

天津科技大学包装与印刷工程学院

2017年7月

## I. 教学目的

通过包装机械课程设计的學習,使學生了解包裝生產線的組成和工藝路線,並通過“包裝生產線虛擬仿真系統”通過構建不同包裝生產線的虛擬場景,實時模擬包裝生產過程,實現不同產品包裝設備和工藝流程的虛擬仿真操作與分析。

## II. 教學內容

1. 課程設計目的
2. “包裝生產線虛擬仿真系統”主要功能
3. 課程設計流程
4. 課程設計實施過程
5. 課程設計方法與步驟

## III. 教學重點、難點

1. “包裝生產線虛擬仿真系統”主要功能
2. 課程設計流程
3. 課程設計實施過程
4. 課程設計方法與步驟

## IV. 教學方法、手段

課堂講授基本原理,學生按任務書要求,通過上機方式,利用“包裝生產線虛擬仿真系統”進行包裝生產線設計和工藝流程分析。

## V. 教學過程

### 一、課程設計目的

包裝生產線實現了產品從生產出來後到入庫前的所有操作工序,是產品生產的重要過程。包裝生產線一般需要很多包裝設備和相關輔助設備,佔用很大的布局空間,很難在實驗室配置全套設備;其次,針對不同的被包裝產品,如顆粒類、粉劑類、液體類、塊體類等,其包裝生產線千差萬別,也不可能在實驗室配置所有類型的包裝生產線。因此,傳統的包裝機械實驗主要針對單體設備的結構和工作原理,無法對整個包裝生產線進行認知和分析。

本實驗借助包裝生產線虛擬仿真軟件系統和沉浸式虛擬仿真硬件系統,通過構建不同包裝生產線的虛擬場景,實時模擬包裝生產過程,實現不同產品包裝設備和工藝流程的虛擬仿真操作與分析,並獲得身臨其境的教學體驗。

學生可自主構建不同產品的包裝生產線,並結合實體包裝設備,進行“虛實結合”實驗,提高了綜合運用所學專業知識進行包裝生產操作和流程分析的工程實踐能力,避免一些高危、高成本、高風險的實驗環節,減少了實驗原材料的消耗。

### 二、課程設計原理

#### (1) “包裝生產線虛擬仿真系統”主要功能

本實驗利用“包裝生產線虛擬仿真系統”軟件,圖1為其工作界面。

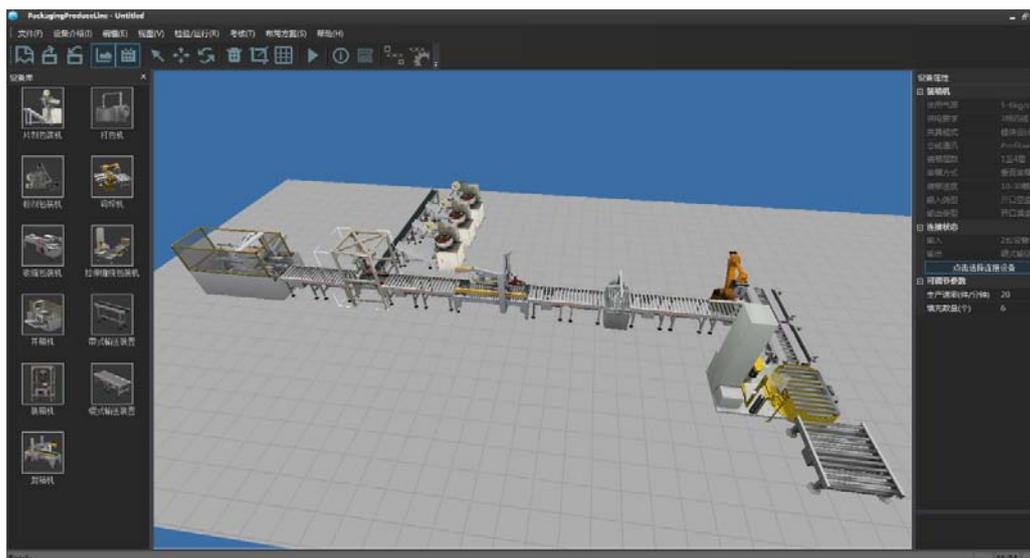


图 1 包装生产线虚拟仿真系统界面

该实验主要实现以下功能：

- 构建包装生产线虚拟仿真系统结构框架，包括菜单栏、工具栏、虚拟设备库、工作场景、属性框等模块，实现包装生产线虚拟展示和运行交互式操作。
- 对包装生产线的典型包装设备和辅助装置进行三维建模和渲染，构建虚拟设备库。虚拟设备库具备可扩充性，方便添加新的设备模型。目前已建有包括各类制袋包装机、收缩包装机、开箱机、装箱机、封箱机、捆扎机、码垛机、拉伸缠绕包装机等包装设备，以及带式输送装置、辊式输送装置等辅助装置。
- 实现包装设备和辅助装置查看设备介绍、进行虚拟展示和动画浏览。
- 实现将不同包装设备和辅助装置加载到虚拟场景，进行包装设备移动和旋转等操作，从而自由组装成不同产品生产的包装生产线。
- 各设备设置属性栏，包括固定属性和可调属性。可在固定属性框查看包装设备和辅助装置基本参数，可在可调属性框设置包装产品尺寸、包装设备生产率等生产参数，并在包装生产线运行动画中体现变化。
- 实现设备统计、连接检验和运行生产线等操作。
- 实现包装生产线虚拟组装的培训和考核。操作人员按照要求进行操作，操作过程自动记录，系统自动判定和打分。

## (2) 课程设计流程

实验流程如图 2 所示。根据设计任务，在设备库中选择相应的包装设备；通过设备添加、移动和旋转，自由组装成不同的包装生产线；修改各设备生产参数和包装产品尺寸，实现各包装设备联动；运行包装生产线，查看和调整其运行情况，实现包装生产线虚拟展示和运行交互式操作；选择测试题目，进行考核测试，系统自动进行评价。

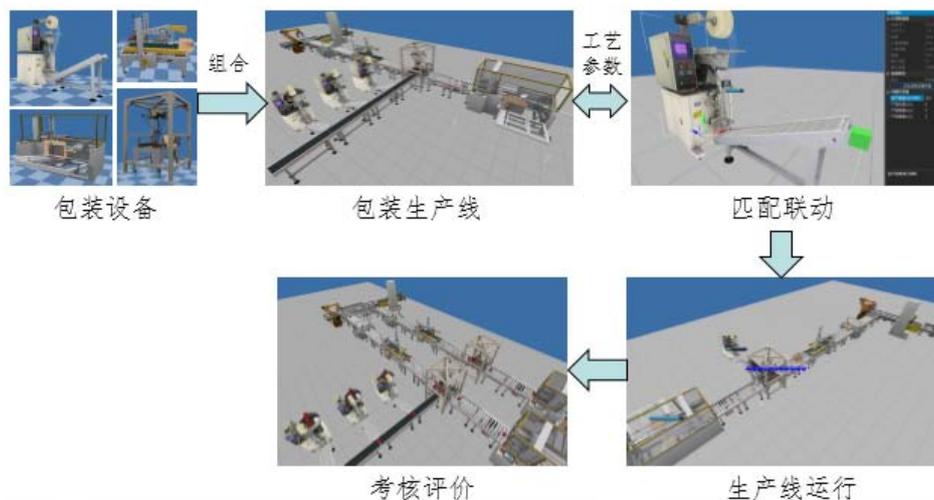


图2 包装生产线虚拟仿真实验流程

### 三、课程设计教学方法

#### (1) 使用目的

传统的包装机械实验多重点关注单体设备的结构、工作原理和运动特征等，无法通过实验的手段了解整个包装生产线的工艺流程和运行情况。本实验通过运行“包装生产线虚拟仿真系统”，不但可以在虚拟场景中模拟单体设备的结构和运行情况，还可以将多台设备组装成不同的包装生产线，从而实现对包装设备和工艺流程的虚拟仿真操作与分析。下面举例说明：

图3为片剂包装机的实体设备，图4为片剂包装机的虚拟设备，图5则是将3台片剂包装机和其他多台包装机组成了一条包装生产线，并可进行生产设备结构查看、生产参数设置、整条生产线运行等一系列跟生产实际一样的操作，从而获得在传统实验室难以达到的教学效果。



图3 片剂包装机的实体设备

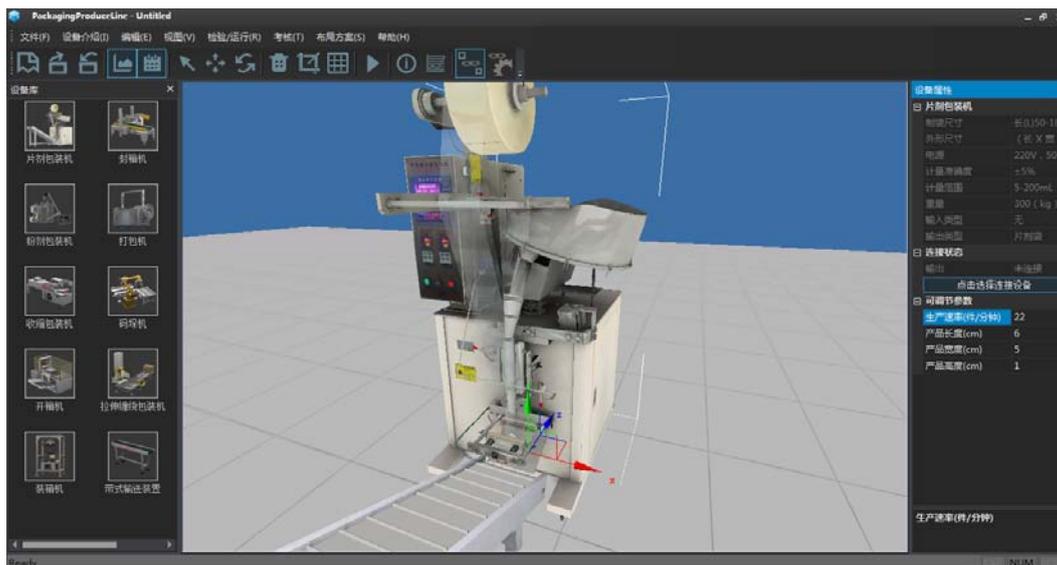


图4 片剂包装机的虚拟设备

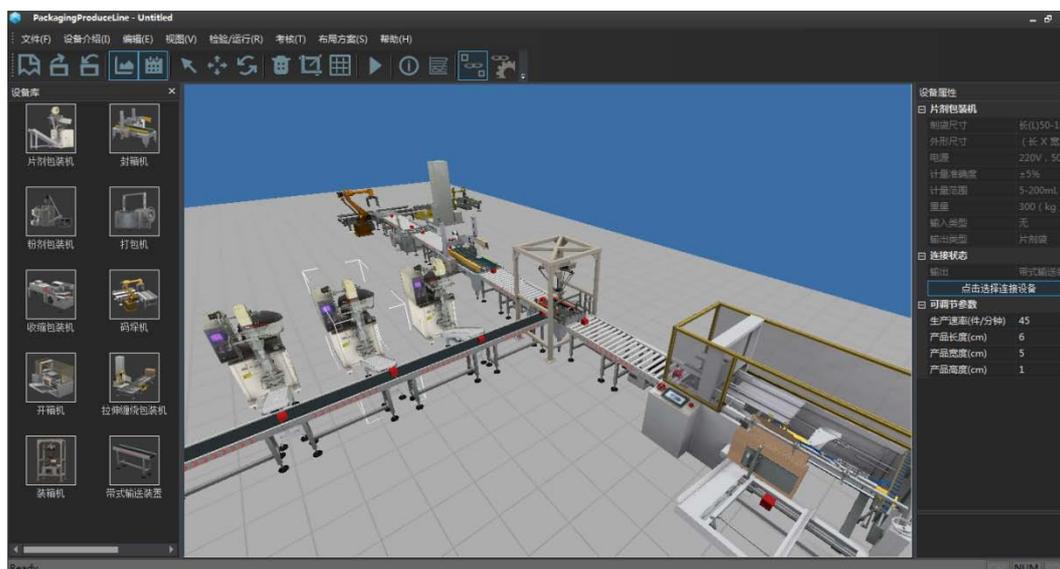


图5 片剂包装生产线

## (2) 实施过程

第一阶段：针对设计任务或包装产品特性，从设备库选择设备模型，添加到虚拟场景，并进行拼装操作；

第二阶段：设备拼装正确后，进行参数设定，平衡整条生产线生产节拍，运行包装生产线，视觉上可呈现包装生产线是否运行良好，是否有产品堆积或输送间断等布局或参数设置错误；

第三阶段：抽取考核题目进行考核测试，系统自动对操作进行判定和打分。

## (3) 实施效果

① 通过实验，学生对包装不同产品的包装生产线的设备和工艺过程有了深入地了解，并通过调整生产参数和运行动画，了解包装生产线生产流程，以及对生产线进行生产率分析和工作节拍平衡分析，获得通过单个设备实验或参观工厂无法取得的实验效果，提高了

学生工程实践创新能力。

② 通过不同设备的排列组合，学生可进行成百上千种具体虚拟仿真实验。随着设备库扩充，可进行实验数量还将大幅增长。目前设备库包装设备及连接关系如表 1 所示。

表 1 设备库包装设备

分类	名称	前道可连接设备	后道可连接设备	数量上限	必要性
前道包装设备	片剂包装机	无	装箱机	8	否
	粉剂包装机	无	装箱机	8	否
	收缩包装机	(纸盒)	装箱机	8	否
后道包装设备	开箱机	(箱坯)	装箱机	2	是
	装箱机	开箱机	封箱机	2	是
	封箱机	装箱机	打包机	2	是
	打包机	封箱机	码垛机	2	否
	码垛机	打包机	拉伸缠绕包装机	1	是
	拉伸缠绕包装机	码垛机	辊式输送装置	1	是
辅助装置	带式输送装置	片剂包装机、粉剂包装机、收缩包装机	装箱机、收缩包装机	20	是
	辊式输送装置	开箱机、装箱机、封箱机、打包机、码垛机、拉伸缠绕包装机	装箱机、封箱机、打包机、码垛机、拉伸缠绕包装机	20	是

#### 四、课程设计方法与步骤

##### 步骤 1: 查看设备介绍、进行虚拟展示和动画浏览

点击主菜单栏“设备介绍”按钮，可进行设备观看、动画浏览，以及查看设备介绍。

包括片剂包装机、粉剂包装机、收缩包装机、开箱机、装箱机、封箱机、打包机、码垛机、拉伸缠绕包装机等 9 种包装设备，系统建立的模型如图 6-图 14 所示。前 3 种属于前道包装设备，可以并行布置在后道包装设备前。后 6 种则属于后道包装设备，必须按顺序连接，承接前道包装设备的产物。

系统还建立带式输送装置和辊式输送装置的模型，如图 15 和图 16 所示，用于连接前道和后道包装设备。在设备布局时，多个辅助设备将以拼接的方式连接两个包装设备，夹在这两个包装设备间的多个辅助装置将成为一个整体。



图 6 片剂包装机



图 7 粉剂包装机



图 8 收缩包装机

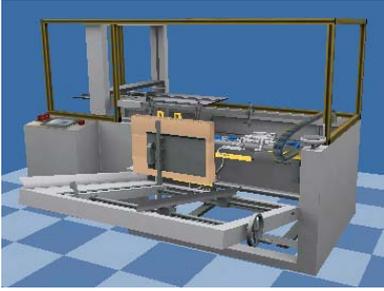


图 9 开箱机



图 10 装箱机

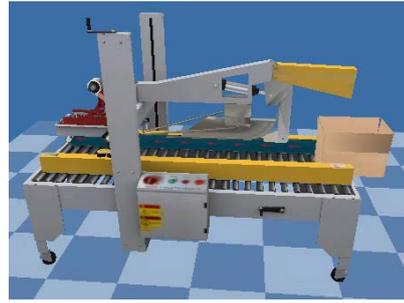


图 11 封箱机



图 12 打包机



图 13 码垛机

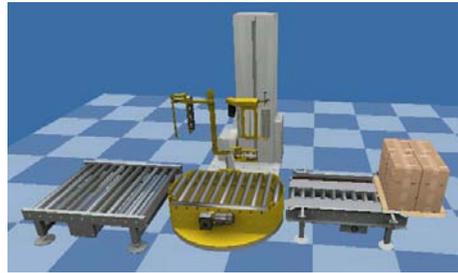


图 14 拉伸缠绕包装机

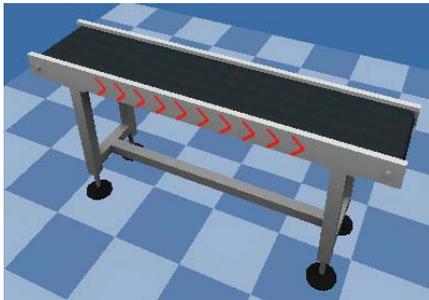


图 15 带式输送装置

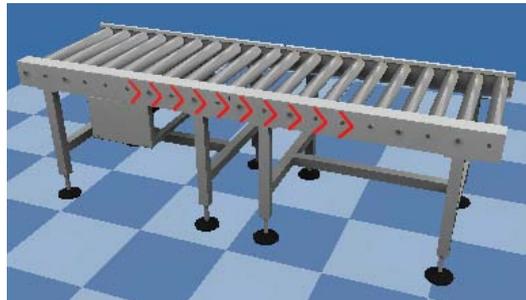


图 16 辊式输送装置

## 步骤 2: 新建场景

打开“包装生产线虚拟仿真系统”，新建虚拟场景，如图 17 所示。

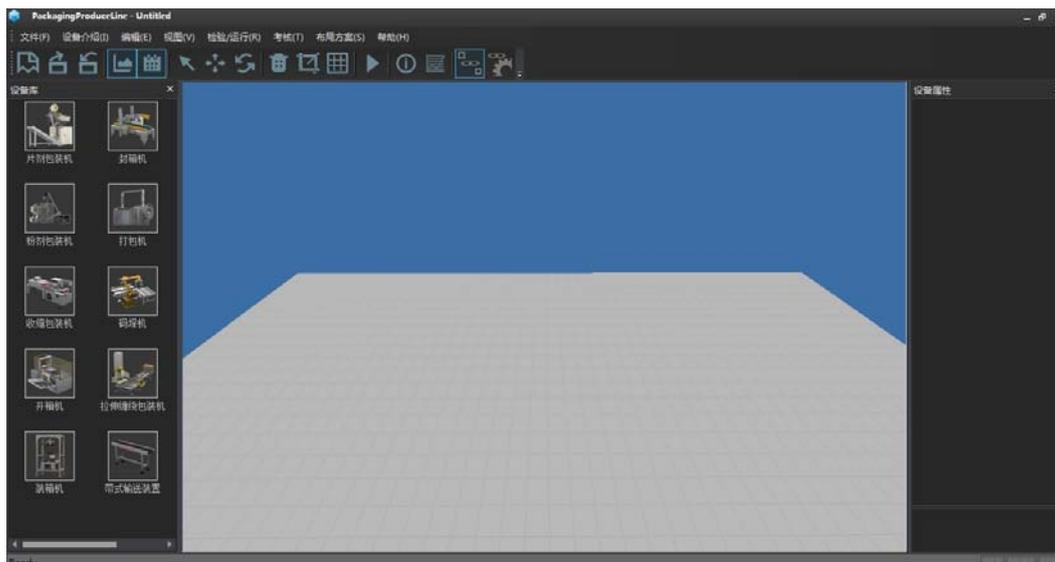


图 17 新建场景

### 步骤 3: 添加设备

双击左侧“设备库”中的包装设备或辅助设备，可在虚拟场景中添加该设备。图 18 为片剂包装机虚拟模型。

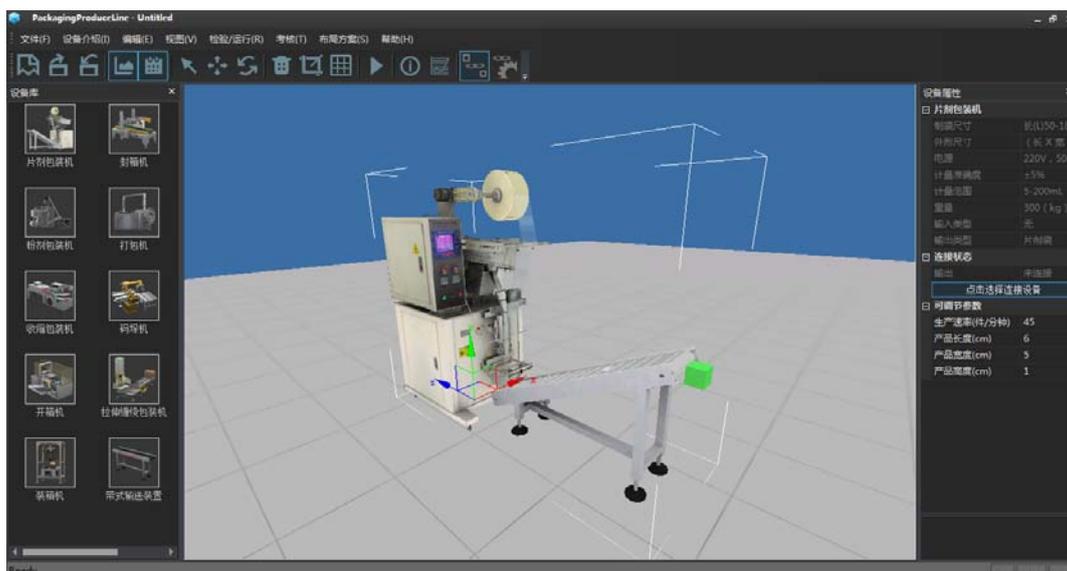


图 18 片剂包装机虚拟模型

### 步骤 4: 设备布局

对包装生产线各种包装设备和辅助装置进行布局，包括前后左右位置调整、360° 旋转、不同设备输入输出端口的链接等，实现其虚拟场景的展示和虚拟运行过程的交互式操作。图 19 为在片剂包装机基础上添加带式输送装置的效果，图 20 为又添加了开箱机、装箱机、封箱机和 2 套辊式输送装置的效果，图 21 为又添加了打包机、码垛机、拉伸缠绕包装机和 4 套辊式输送装置的效果。对于位置不满意的设备，用户可以点击该设备，选择删除。

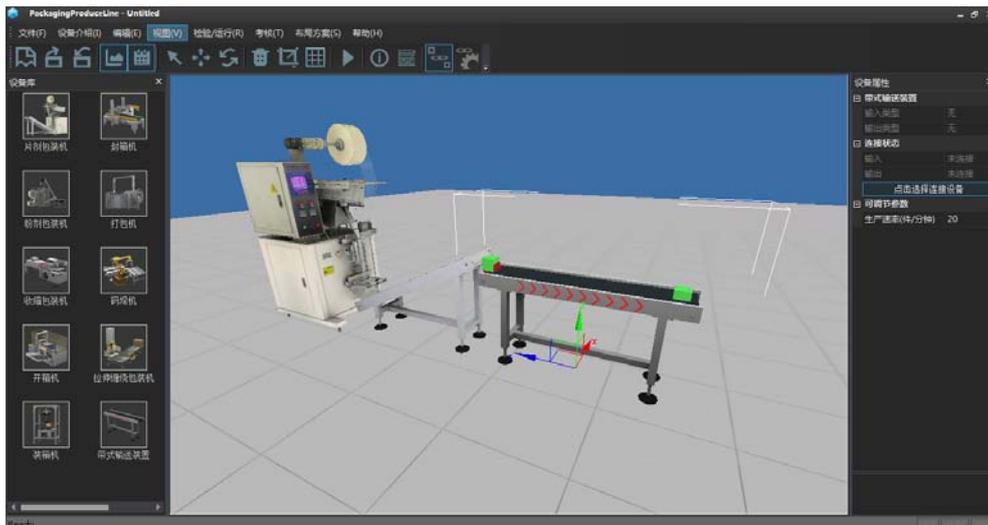


图 19 添加带式输送装置

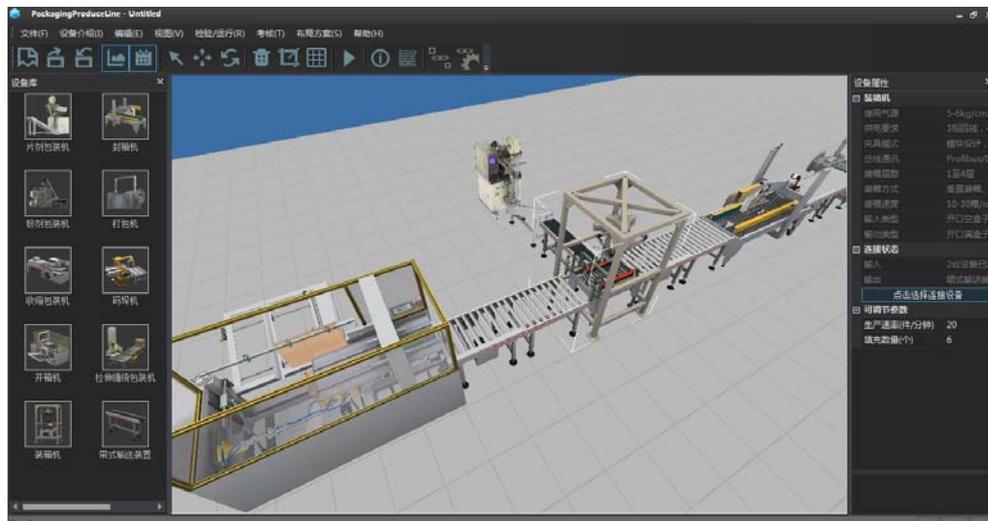


图 20 添加开箱机、装箱机、封箱机和 2 套辊式输送装置

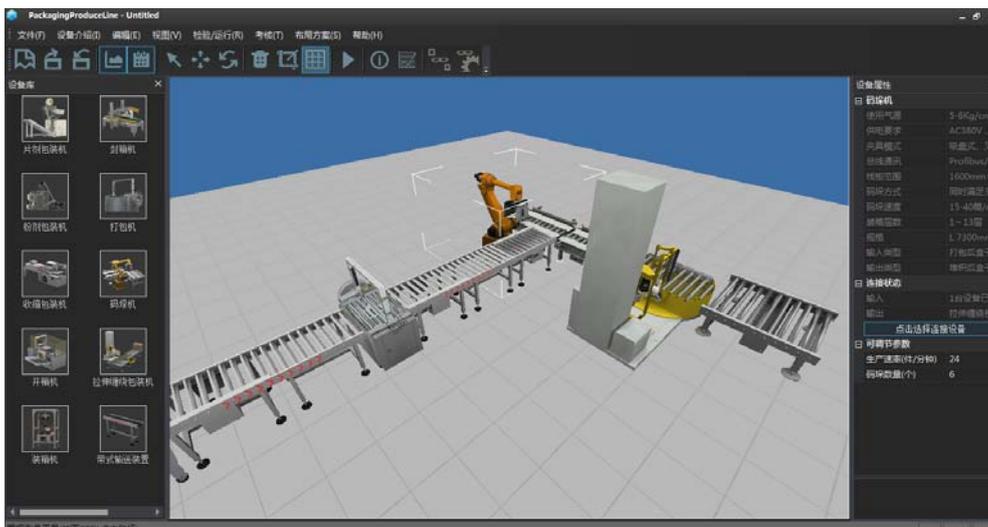


图 21 添加打包机、码垛机、拉伸缠绕包装机和 4 套辊式输送装置

### 步骤 5：修改设备运行参数

点击包装设备或辅助设备，将弹出该设备的属性设置页，可对包装设备的生产率和包装产品尺寸进行设置；而辅助设备则可设置生产率。

“生产率设置”用于指定该设备的产出速度：生产率越高，该设备的产出速度就越快，前一设备造成的积压就越小，后一设备的积压则越大；生产率越低，该设备的产出速度就越慢，前一设备造成的积压就越大，后一设备的积压则越小。

“包装产品尺寸设置”用于指定该设备产出的尺寸：后一设备的产出尺寸不能小于前一设备的产出尺寸（即只能包装不能解包），辅助设备的尺寸则与所承接的设备的产出尺寸一致。

图 22 为调整片剂包装机参数的界面，图 23 为调整装箱机参数的界面。

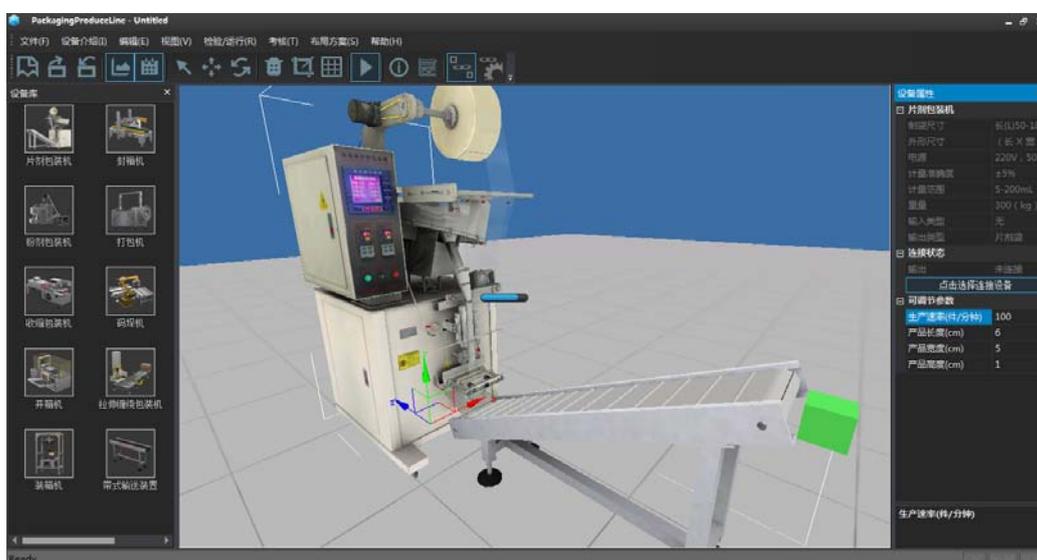


图 22 片剂包装机参数调整

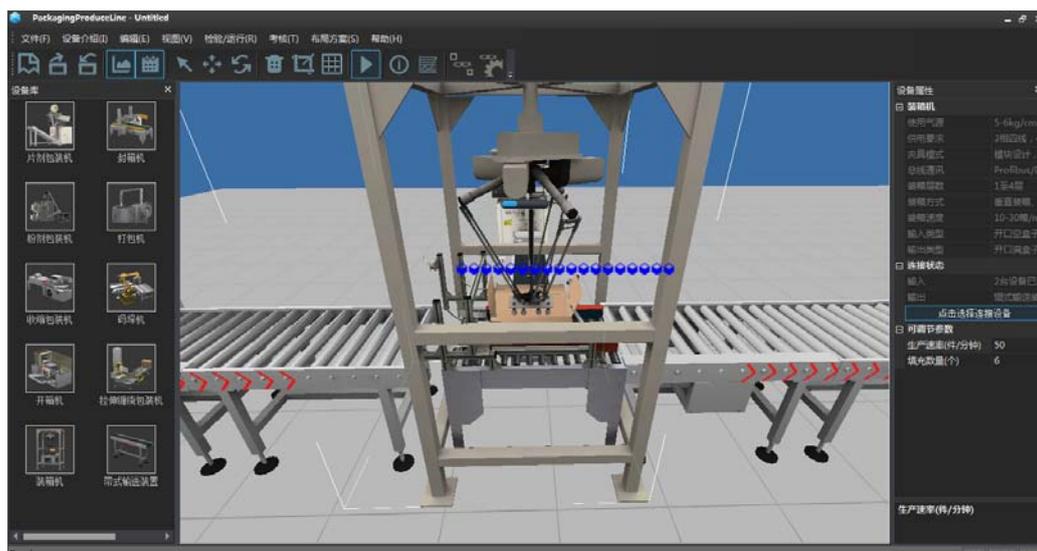


图 23 装箱机参数调整

### 步骤 6：修改生产布局

由于不同设备生产率不同，组装在一起时需要生产线的生产节拍进行平衡，即修改生产布局，在不同工序配备合适数量的包装设备。

**步骤 7：设备关联**

点击工具栏“”按钮，使所有包装设备关联。

**步骤 8：设备统计与检查**

点击主菜单栏“检验/运行”菜单命令，可进行设备检验、设备统计和运行，如图 24-图 25 所示。可检验流水线的有效性，对于错误的生产线（出现环路，包装顺序颠倒或缺失）将给出修改提示。

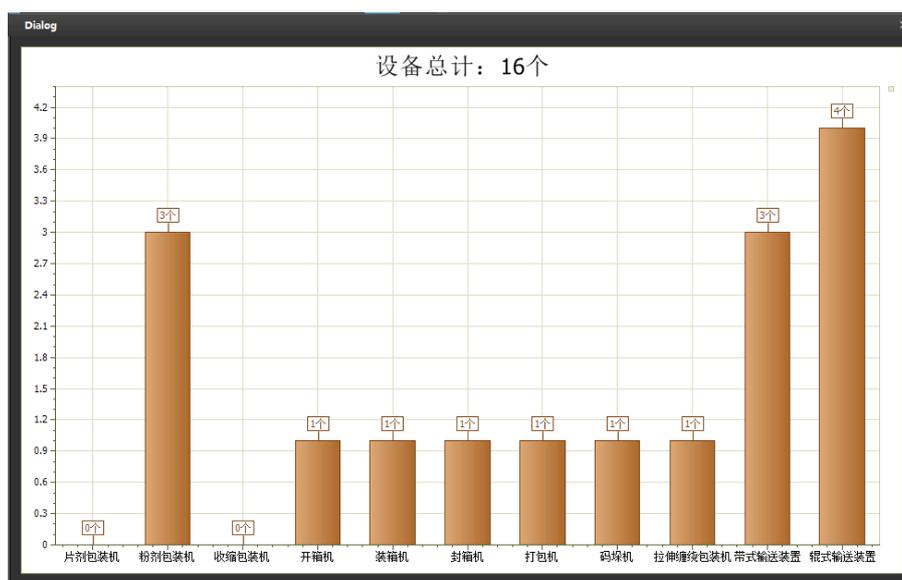


图 24 设备检验

设备名称	生产效率(件/分钟)	生产尺寸	输入连接	输出连接
辊式输送装置	20	/	/	已连接
辊式输送装置	20	/	/	已连接
辊式输送装置	20	/	/	已连接
封箱机	10	/	已连接	已连接
打包机	24	/	已连接	已连接
辊式输送装置	20	/	/	已连接
带式输送装置	20	/	/	已连接
带式输送装置	20	/	/	已连接
带式输送装置	20	/	/	已连接
粉剂包装机	40	长11.00/宽17.40/高5.60	/	已连接
粉剂包装机	40	长11.00/宽17.40/高5.60	/	已连接
粉剂包装机	40	长11.00/宽17.40/高5.60	/	已连接
开箱机	6	长44.00/宽30.00/高20.00	/	已连接
装箱机	20	/	已连接	已连接
码垛机	24	/	已连接	已连接
拉伸缠绕包装机	6	/	已连接	未连接

图 25 设备统计

**步骤 9：生产线运行**

点击工具栏“▶”按钮，运行包装生产线，视觉呈现上以动画速度的快慢和包装箱的尺寸来反映前面的参数设置。查看各设备运行情况，根据需要进行交互操作，如图 26 所示。

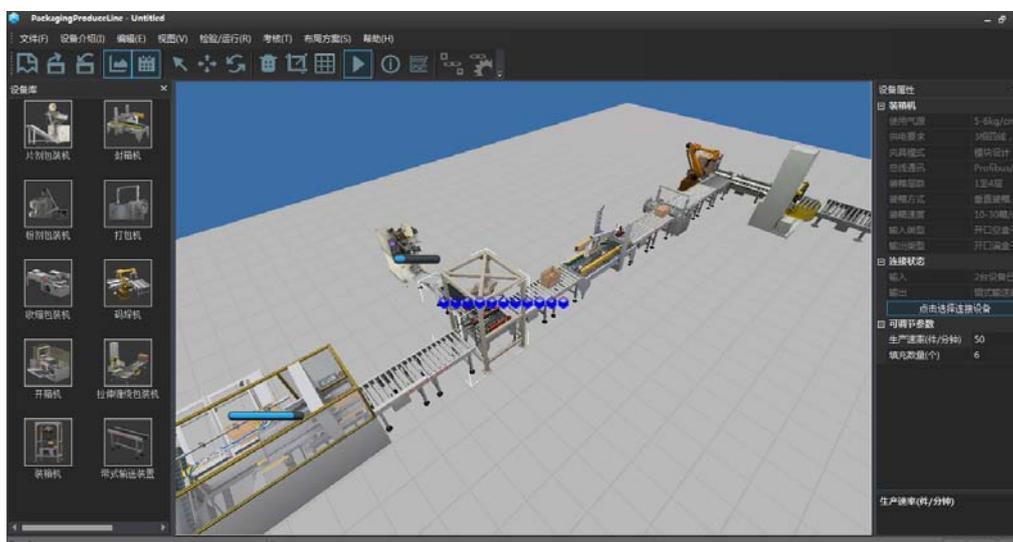


图 26 包装生产线运行界面

### 步骤 10: 保存布局方案

保存布局方案，生成单独文件存储，以便下次调用。

同时系统内设定了 12 套设备布局方案，每套方案配有完整的产品包装流程，用户可直接调用这些布局方案，观看整体的演示动画。图 27 为其中一套粉剂包装生产线的布局方案。

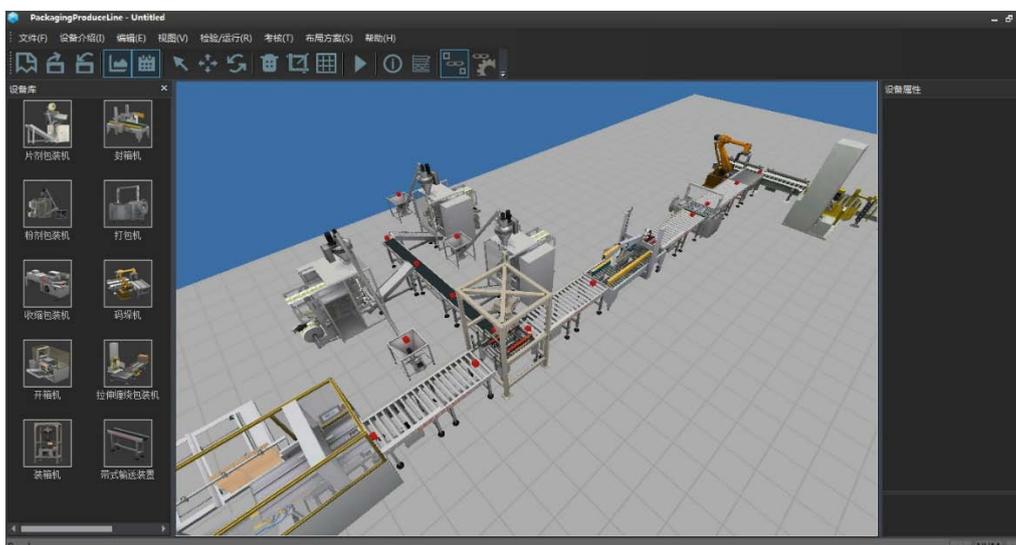


图 27 粉剂包装生产线的布局方案

### 步骤 11: 考核评价

系统设置了 20 套考核题目，学生可按布局路线要求构建包装生产线虚拟场景，操作过程自动记录，系统会对操作进行判定和打分，以检验操作人员的知识水平和操作能力，如图 28 所示。

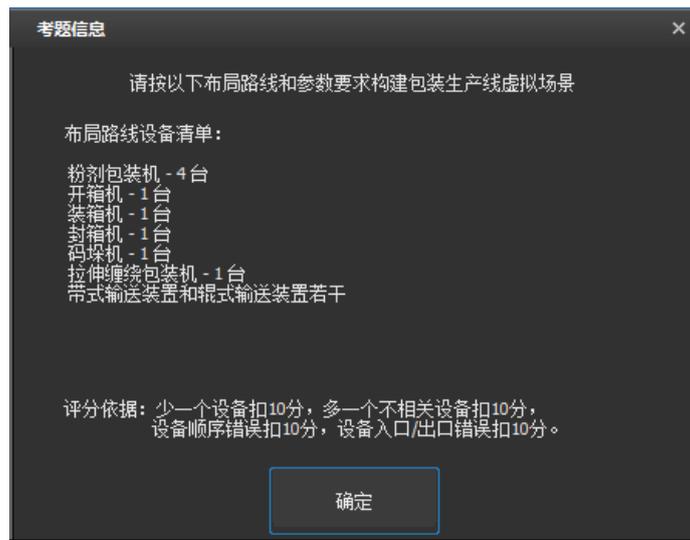


图 28 考核界面

### 思考题

1. “包装生产线虚拟仿真系统”主要功能?
2. 课程设计流程?
3. 课程设计实施过程?
4. 课程设计方法与步骤?