

《物流系统规划与设计》是物流管理专业的重要专业课程，其实践性、应用性很强。实践教学环节是必不可少的一个重要环节。物流系统规划与设计的实验目的是加深对理论教学内容的理解和掌握，使学生较系统地掌握物流系统规划与设计的基本方法及模型。实验以 Flexsim 仿真软件为平台，使学生在对物流系统进行设计的同时，对物流仿真技术有所了解。要求学生在实验指导教师的帮助下自行完成各个实践环节，并能实现且达到举一反三的目的，完成一个实验解决一类问题。要求学生能够全面、深入理解和熟练掌握所学内容，并能够用其分析、设计和解答类似问题；对此能够较好地理解和掌握，并且能够进行简单分析和判断；并能通过对调研和仿真分析给出物流系统的具体解决方案。同时培养学生进行分析问题、解决问题的能力；培养学生完成实验分析、实验方法、实验操作与测试、实验过程的观察、理解和归纳能力。

为收到良好的实验效果，编写了这本实验指导书。在指导书中，每一个实验均按照该课程实验大纲的要求编写，力求紧扣理论知识点、突出设计方法、明确设计思路，通过多种形式完成实验任务，最终引导学生有目的、有方向地完成实验任务，得出实验结论。任课教师在实验前对实验任务进行一定的分析和讲解，要求学生按照每一个实验的具体要求提前完成准备工作，如：数据收集、需求分析、模型建立、写出预习报告等，做到有准备地上机。进行实验时，指导教师应检查学生的预习情况，并对实验过程给予积极指导。实验完毕后，学生应根据实验结论，完成实验报告，由学习委员统一收齐后交指导教师审阅评定。

实验成绩考核：

实验成绩占《物流系统规划与设计》课程总评成绩的 20%。指导教师每次实验对学生出勤考核，对实验效果作记录，并及时批改实验报告，综合评定每一次的实验成绩，在学期终了以平均成绩作为该生的实验成绩。有以下情形之一者，实验成绩为不及格：

1. 迟到、早退、无故缺勤总共 3 次及以上者；
2. 未按时完成实验达 3 次及以上者；
3. 缺交实验报告 3 次及以上者。

目 录

目 录	2
实验 1 Flexsim 相关概念与仿真起步	4
1. 实验目的	4
2. 实验要求	4
3. 实验内容	4
3. 1 Flexsim 软件相关概念	4
3. 2 Flexsim 仿真起步	10
4. 实验报告	34
实验 2 Flexsim 基础仿真模型（一）	35
1. 实验目的	35
2. 实验要求	35
3. 实验内容	35
3. 1 Flexsim 仿真模型 1 描述	35
3. 2 Flexsim 仿真模型 1 数据	36
3. 3 Flexsim 建模步骤	36
4. 实验报告	47
实验 3 Flexsim 基础仿真模型（二）	48
1. 实验目的	48
2. 实验要求	48
3. 实验内容	48
3. 1 Flexsim 仿真模型 2 描述	48
3. 2 Flexsim 仿真模型 2 数据	49
3. 3 Flexsim 建模步骤	49
3. 4 向模型 2 中增加 3D 数据显示	59
4. 实验报告	72
实验 4 Flexsim 基础仿真模型（三）	73
1. 实验目的	73
2. 实验要求	73
3. 实验内容	73
3. 1 Flexsim 仿真模型 3 描述	73
3. 2 Flexsim 仿真模型 3 数据	74
3. 3 Flexsim 建模步骤	74
4. 实验报告	84
实验 5 配送中心仿真模型	85
1. 实验目的	85
2. 实验要求	85

3. 实验内容	85
3.1 货物的入库检验过程模型描述	85
3.2 货物的入库检验过程模型数据	85
3.3 货物的入库与出库模型描述	86
3.4 货物的入库与出库模型数据	87
4. 实验报告	87
实验6 传送带分拣系统仿真	88
1. 实验目的	88
2. 实验要求	88
3. 实验内容	88
3.1 传送带分拣系统模型描述与模型数据	88
3.2 模型建立帮助与提示	90
3.3 实验步骤要求	90
4. 实验报告	91
实验7 循径运动系统仿真	92
1. 实验目的	92
2. 实验要求	92
3. 实验内容	92
3.1 轨道小车循径运动系统模型描述与模型数据	92
3.2 模型建立帮助与提示	94
3.3 实验步骤要求	95
4. 实验报告	95
实验8 Flexsim仿真综合实验	97
1. 实验目的	97
2. 实验要求	97
3. 实验内容	97
3.1 综合实验模型描述与模型数据	97
3.2 模型建立帮助与提示	99
3.3 实验步骤要求	99
4. 实验报告	100
附录 Flexsim软件概念学习	101
1 实体属性和参数	101
2 样条线	111
3 模型的树视图	115

实验 1 Flexsim 相关概念与仿真起步

1. 实验目的

了解物流系统仿真的目的；认识 Flexsim 仿真软件的基本概念和基本操作。

2. 实验要求

- 1) 认识 Flexsim 仿真软件的基本概念；
- 2) 根据示例建立简单的物流系统的仿真模型；
- 3) 通过 Flexsim 仿真模型理解物流系统仿真的目的和意义。

3. 实验内容

3. 1 Flexsim 软件相关概念

Flexsim 是由美国的 Flexsim Software Production 公司出品的，是一款商业化离散事件系统仿真软件。Flexsim 采用面向对象技术，并具有三维显示功能。建模快捷方便和显示能力强大是该软件的重要特点。该软件提供了原始数据拟合、输入建模、图形化的模型构建、虚拟现实显示、运行模型进行仿真试验、对结果进行优化、生成 3D 动画影像文件等功能，也提供了与其他工具软件的接口。图 3-1 是 Flexsim 软件及其构成模块的结构图。

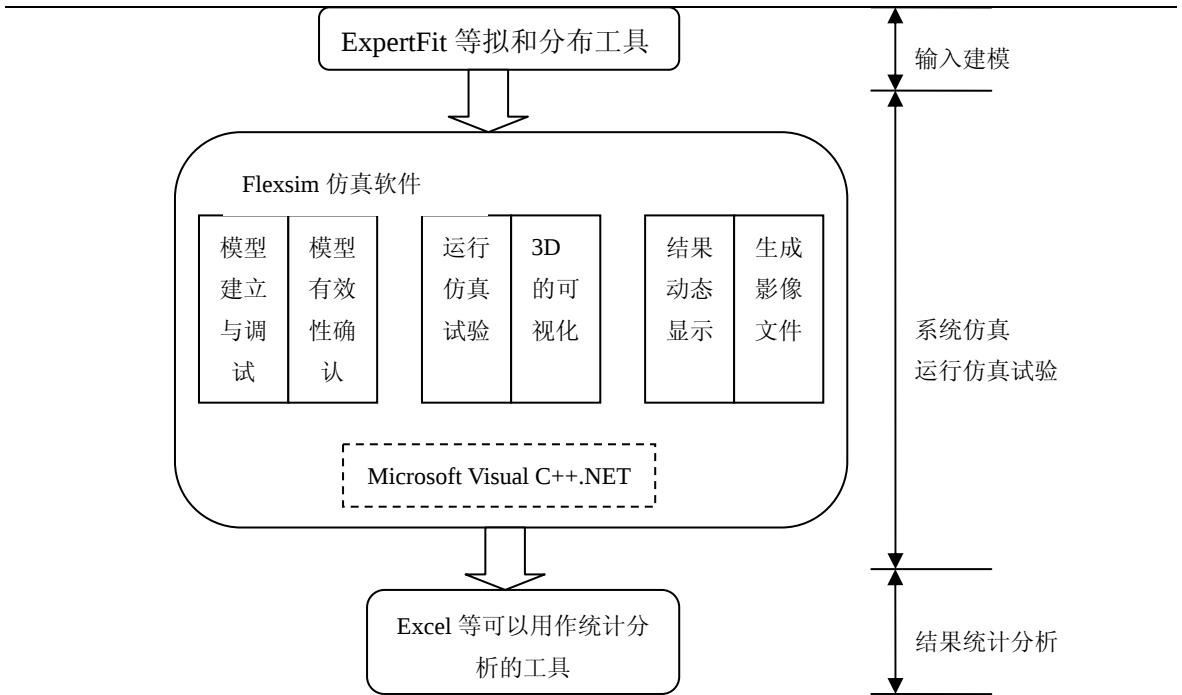


图 3-1 Flexsim 功能结构图

Flexsim 提供了仿真模型与 ExpertFit 和 Excel 的接口，用户可以同过 ExperFit 对输入数据进行分布拟合，同时可以在 Excel 中方便地实现和仿真模型之间的数据交换，包括输出和运行模型过程中动态修改运行参数等。另外该软件还提供了优化模块 Optquest，增加了帮助迅速建模的 Microsoft Visio 的接口。

3. 1. 1 Flexsim软件的主要特点

Flexsim 仿真软件的特点主要体现在采用面向对象技术，突出 3D 显示效果，建模和调试简单开放方便，模型的扩展性强，易于和其他软件配合使用等方面。

（1） 基于面向对象技术建模

Flexsim 中所有用来建立模型的资源都是对象，包括模型、表格、记录、GUI 等。同时，用户可以根据自己行业和领域特点，扩展对象，构建自己的对象库。面向对象的建模技术使得 Flexsim 的建模过程生产线化，对象可以重复利用，从而减少了建模人员的重复劳动。

（2） 突出的 3D 图形显示功能

Flexsim 支持 OpenGL 技术，也支持 3ds、wrl、dxf 和 stl 等文件格式。因此用户可以建立逼真的模型，从而可以帮助用户对模型有一个直观的认识，并帮助模型的验证。用户可以在仿真环

境下很容易地操控 3D 模型，从不同角度、放大或缩小来观测。

(3) 建模和调试的方便

建模过程中用户只需要从模型库中拖入已有的模型，根据模型的逻辑关系进行连接，然后设定不同对象的属性。建模的工作简单快捷，不需要编写程序。

(4) 建模的扩展性强

Flexsim 支持建立用户定制对象，融合了 C++编程。用户完全可以将其当作一个 C++的开发平台来开发一定的仿真应用程序。

(5) 开放性好

提供了与外部软件的接口，可以通过 ODBC 与外部数据库相连，通过 socket 接口与外部硬件设备相连，与 Excel、Visio 等软件配合使用。

3. 1. 2 Flexsim的一些重要概念

(1) 面向对象的思想

相对于目前的一些仿真软件（如 Witness, eM-Plant 等），Flexsim 是采用面向对象思想和技术开发的，其本身更是用 C++语言实现。严格地说该仿真软件包括了两部分，仿真软件和后台支持环境 VC++.NET。由于 C++是一种面向对象的语言，所以使用 Flexsim 软件，从用户用于系统建模，或是做一些二次开发，这些工作都有面向对象思想的体现。

对象（Object）的概念在 Flexsim 软件中无处不在，我们先直观的感受一下。软件的运行界面左边是一个常用的对象库（如图 3-2）。库中的各种部件就是有特定功能的对象，这些对象是软件本身自带的，使用这些基本的部件对象用户可以完成大多数的仿真工作。

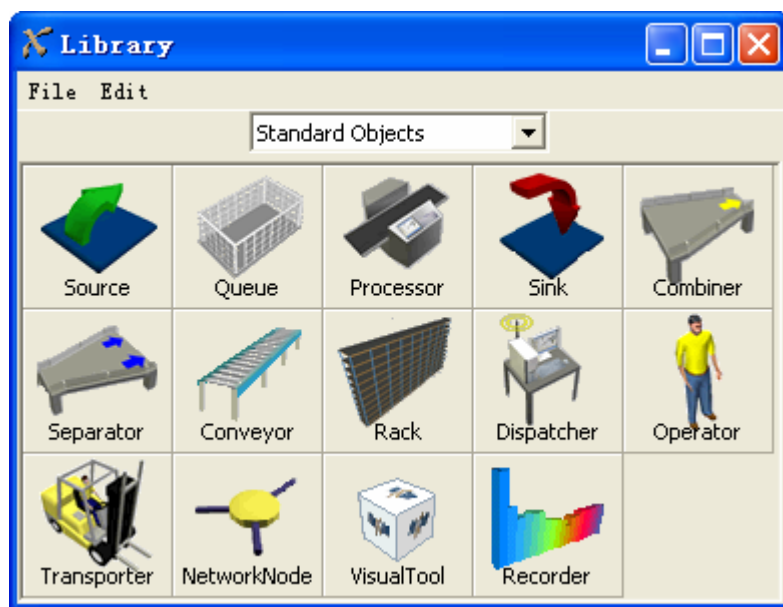


图 3-2 Flexsim 常用的对象库

这里借用 C++程序设计语言中的对象的概念。对象是类的实例，类是对现实对象的抽象。类中包含了对象的数据（相当于现实对象的状态），以及对象的方法（相当于现实对象用来处理外界所给信息的方法）。对象封装了属性和方法，进一步到 Flexsim 中，对于软件中可用的库对象，它们本身有自己的属性（如颜色，尺寸，位置等），还有处理物件的方法。在使用软件的过程中，完全可以以人们平时的思维方式来思考，而无须过多的抽象化，这也就是面向对象方法的优点。

面向对象方法的另一个优点是类与类之间可以有继承关系，类的继承性给我们提供了更大的柔性来扩展我们自己的对象，即衍生出新的对象。在 Flexsim 中我们可以充分利用继承性来开发自己的对象，而软件本身也给用户提供了这样的机制。Flexsim 本身的库对象是高度抽象化的，具有很强的通用性，几乎涵盖了仿真中可能遇到的所有对象。这些对象之间有一定的继承关系，他们之间存在着逻辑关系。下图（图 3-3）是 Flexsim 中类的层次结构。

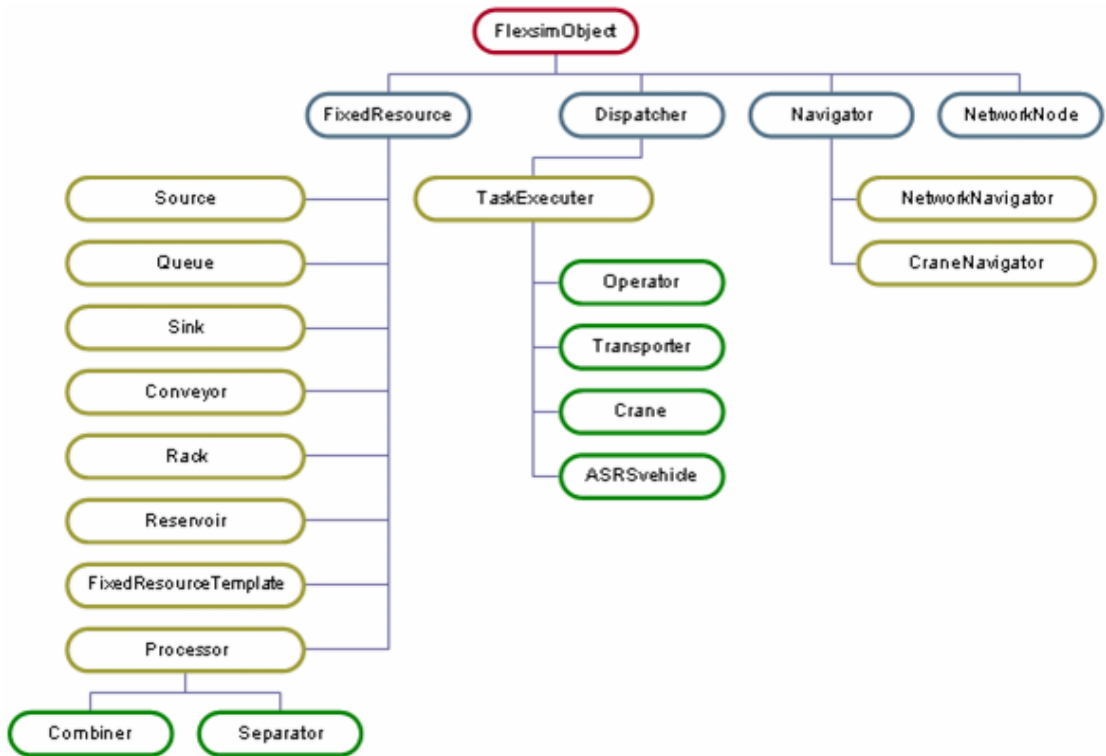


图 3-3 Flexsim 对象的层次结构

Flexsim 中的**对象(Objects)**又被称为实体，在仿真中模拟不同类型的资源。在 Flexsim 中实体主要可以分为以下几种类型：

资源类对象(FixedResources) 一般是仿真模型中的主干对象。此类对象决定了模型的流程。包括：Source, Queue, Processor, Sink, Combiner, Separator, MultiProcessor, Conveyor, MergeSort, FlowNode, Rack, and Reservoir。

执行类对象(TaskExecutor) 可从 FixedResource 对象中获取并执行任务，如物料搬运或生产操作等。也可以向其他 TaskExecutor 对象指派任务，或者管理模型中所有的 TaskExecuters 对象。包括：Dispatcher, Operator, Transporter, Elevator, Robot, Crane, ASRSvehicle。

网络类对象(NetworkNode) 一般用来设定 TaskExecutor 对象的行动路线。包括：NetworkNode, TrafficControl。

图示类对象(Visual Object) 用于在仿真模型中显示各种信息、标识、图片或图表等。包括：VisualTool, Recorder。

临时实体(Flowitem)也译为迁移实体，是那些在模型系统中移动通过的实体。临时实体可以代表零件、托盘、组装部件、纸张、集装箱、人、电话呼叫、订单或任何移动通过仿真过程的对象。临时实体可以被加工处理，也可以被物料运输资源传输通过模型。在 Flexsim 中，临时实体产生于发生器(Source)实体。一旦临时实体从模型系统中通过，它们就被送至吸收器(Sink)实体。

(2) 实体的端口与连接

每个 Flexsim 的实体都可能有多个端口，端口数没有数量限制。实体通过端口与其它实体进行通信。端口有 3 种类型：**输入、输出和中心端口**。

输入和输出端口在设定临时实体在模型中的流动路线时使用。例如，一个邮件分拣器，根据包裹的目的地不同，把包裹放置在几个输送机中的一个上。要在 Flexsim 中模拟这个过程，你需要将一个处理器实体的多个输出端口连接到几个输送机实体的输入端口，这表示一旦处理器（或邮件分拣器）完成对临时实体（或包裹）的处理，将把它发送到输送机。

中心端口用来建立一个实体与另一个实体的相关性。中间端口通常的应用是建立固定实体与可移动实体之间的相关关系，这些固定实体如机器、暂存区、输送机，可移动实体如操作员、叉车、起重机等。本课教程中不使用中间端口。

端口的创建和连接操作方法是，按住键盘上不同字母，点击一个实体并拖动至第二个实体。如果在点击和拖动过程中按住字母“A”键，将在第一个实体上生成一个输出端口，同时在第二个实体上生成一个输入端口，这两个新的端口将自动连接。如果按住“S”键将在这两个实体上各生成一个中间端口并连接这两个新的端口。当按住的是“Q”键或“W”键时，输入输出端口之间或中间端口之间的连接被断开，端口被删除。表 3-1 给出了用来建立和断开两类端口连接的键盘字母。

表 3-1 端口的创建和连接操作

	输出 – 输入 (A 连接)	中心 (S 连接)
断开	Q	W
连接	A	S

(3) Flexsim 对象的方法

Flexsim 对象的方法(Methods)是用来完成一项任务的一系列规则集，Flexsim 采用一系列方

法集来完成所建模型的作业。这些方法集主要分为以下几大类：

Arrival Method: Determines how and when FlowItems enter the model.

Trigger Method: Determines what, where, and when to assign information to FlowItems.

Flow Method: Determines how, where, and when to move FlowItems through the model.

Navigation Method: Model navigation, and fly through.

FlowItem Bin Method: Defines the FlowItem characteristics.

TaskExecuter Move Method : Dertermins who, and how FlowItems move from one FixedResource to another.

3. 2 Flexsim仿真起步

Flexsim 是一个强有力的分析工具，可帮助工程师和设计人员在系统设计和运作中做出智能决策。采用 Flexsim，可以建立一个真实系统的 3D 计算机模型，然后用比在真实系统上更短的时间或者更低的成本来研究系统。

作为一个“what-if”分析工具，Flexsim 就多个备选方案提供大量反馈信息，来帮助用户迅速从多个方案中找到最优化方案。在 Flexsim 的逼真图形动画显示和广泛的运作绩效报告支持下，可以在短时间内识别问题并对可选方案做出评估。在系统建立之前，使用 Flexsim 来建立系统的模型，或在系统真正实施前试验其运作策略，可以避免在启动新系统时经常会遇到的很多缺陷。以前需要花费几个月甚至几年时间来进行查错试验以对系统进行改进，现在使用 Flexsim 可以在几天甚至几小时内取得效果。

3. 2. 1 Flexsim与离散事件仿真

Flexsim 是一种离散事件仿真软件程序。这意味着它被用来对这样的系统建模，这些系统根据特定事件发生的结果在离散时间点改变状态。一般，状态可分为空闲、繁忙、阻塞或停等机，事件则有用户订单到达、产品移动、机器停机等。离散仿真模型中被加工的实体通常是物理产品，但也可能是用户、文书工作、绘图、任务、电话、电子信息等等。这些实体通过一系列加工过程、排队和运输步骤，即所谓加工流程，在系统中依次进行下去。加工过程中的每一步都可能需要一个或多个资源，例如机器、输送机、操作员、车辆或某种工具。这些资源有些是固定的，另一些

是可移动的。一些资源是专门用于特定任务的，另一些则必须在多任务中共享。

Flexsim 是一个通用工具，已被用来对若干不同行业中的不同系统进行建模。Flexsim 已被大小不同的企业成功地运用。粗略估计，大约 500 个 Fortune 企业中的一半为 Flexsim 的客户，包括一些著名的企业如 General Mills, Daimler Chrysler, Northrop Grumman, Discover Card, DHL, Bechtel, Bose, Michelin, FedEx, Seagate Technologies, Pratt & Whitney, TRW 和 NASA。

使用 Flexsim 可解决的 3 个基本问题：

- (1) **服务问题** - 要求以最高满意度和最低可能成本来处理用户及其需求。
- (2) **制造问题** - 要求以最低可能成本在适当的时间制造适当产品。
- (3) **物流问题** - 要求以最低可能成本在适当的时间，适当的地点，获得适当的产品。

可以运用 Flexsim 解决的一些具体问题：

- 提高设备的利用率
- 减小等待时间和排队长度
- 有效分配资源
- 消除缺货问题
- 把故障的负面影响减至最低
- 把废弃物的负面影响减至最低
- 研究可替换的投资概念
- 决定零件经过的时间
- 研究降低成本计划
- 建立最优批量和工件排序
- 解决物料发送问题
- 研究设备预置时间和改换工具的影响
- 优化货物和服务的优先次序与分派逻辑
- 在系统全部行为和相关作业中训练操作人员
- 展示新的工具设计和性能
- 管理日常运作决策

3. 2. 2 Flexsim 仿真起步

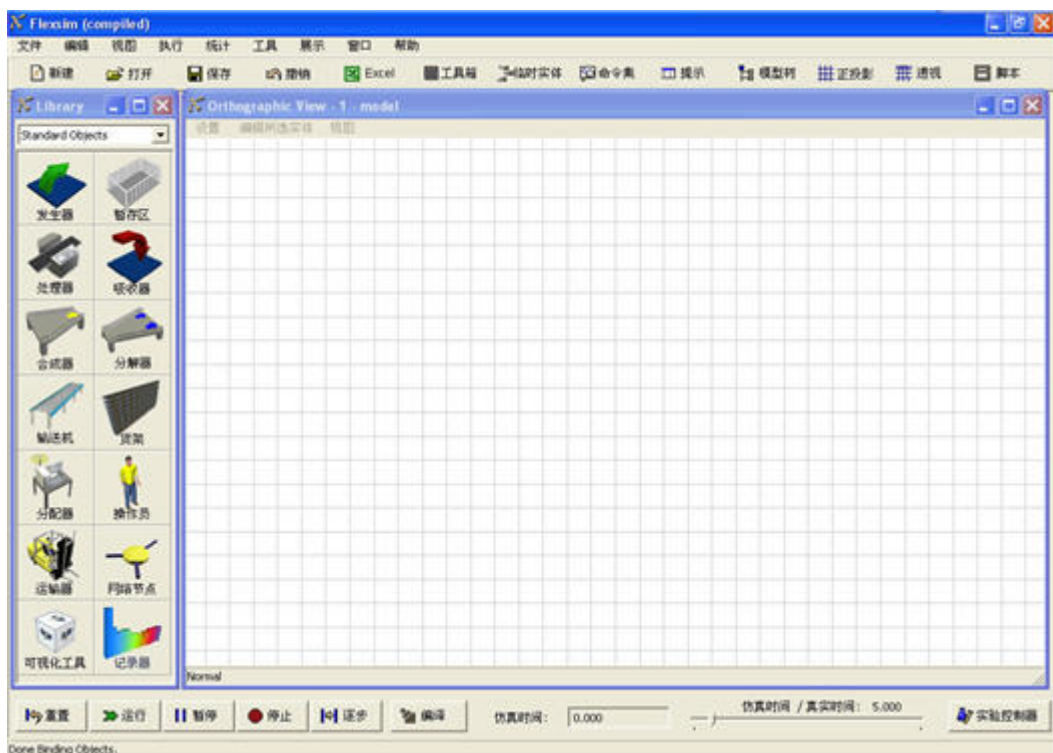
(1) 模型描述

在这个模型中，我们来看看某工厂制造三种类型产品的过程。在仿真模型中，我们将为每种产品关联一个临时实体类型的数值。这三种类型都间隔地从工厂其它部门到达。模型中还有三台机器。每台机器加工一种特定的产品类型。产品在它们各自的机器中完成加工后，所有三种类型的产品必须在一个共享的检验站中检验其正确性。如果它们的制造完好，就被送到工厂的另一部门，离开仿真模型。如果发现制造有缺陷，则必须送回到仿真模型的起始点，被各自的机器重新处理一遍。

仿真的目的是找到瓶颈的所在。该检验设备是否导致其它三台加工机器前实体的堆积，或者是否会因为三台加工机器不能跟上它的节奏而使之空闲等待？两机器间的缓冲空间是否必要？

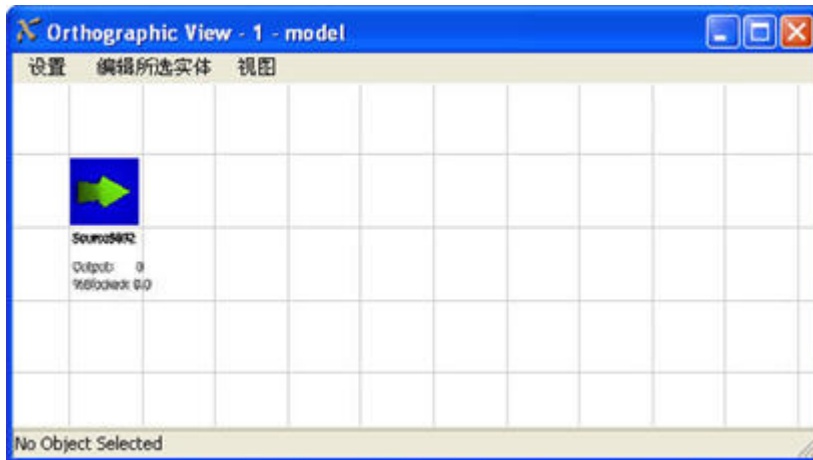
(2) 确立模型实体

为验证 Flexsim 软件已被正确安装，双击桌面上的 Flexsim 图标打开应用程序。一旦软件安装好你应该看到 Flexsim 菜单和工具条、实体库，和正投影模型视窗。



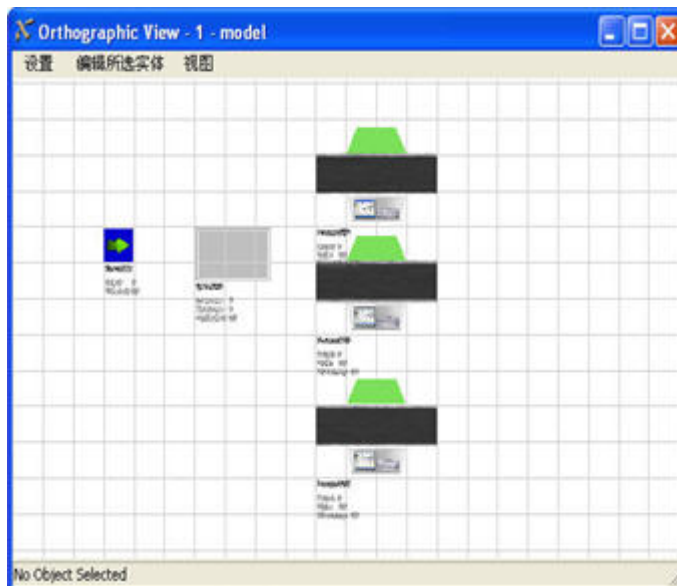
第 1 步：在模型中生成一个实体

从左边的实体库中拖动一个发生器到模型（建模）视窗中。具体操作是，点击并按住实体库中的实体，然后将它拖动到模型中想要放置的位置，放开鼠标键。这将在模型中建立一个发生器实体，如下图所示。一旦创建了实体，将会给它赋一个默认的名称，例如 **Source#**，数字#为自从 Flexsim 应用软件打开后所生成的实体数。在以后定义的编辑过程中，可以对模型中的实体进行重新命名。



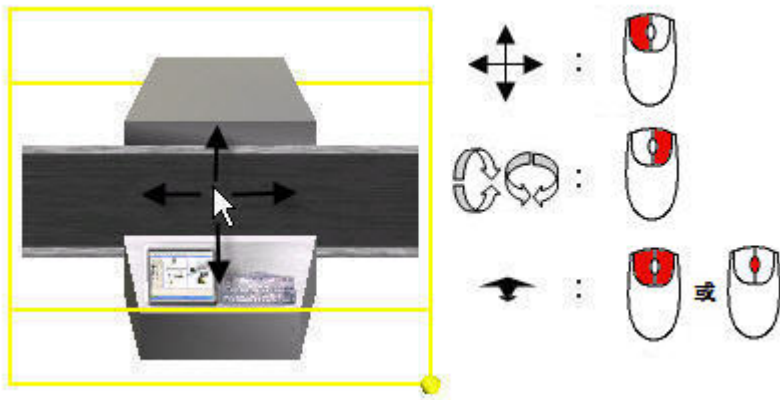
第 2 步：在模型中生成更多的实体

从实体库中拖动一个暂存区实体放在发生器实体的右侧。再从库中拖动 3 个处理器实体放在暂存区实体的右侧，如下图所示。

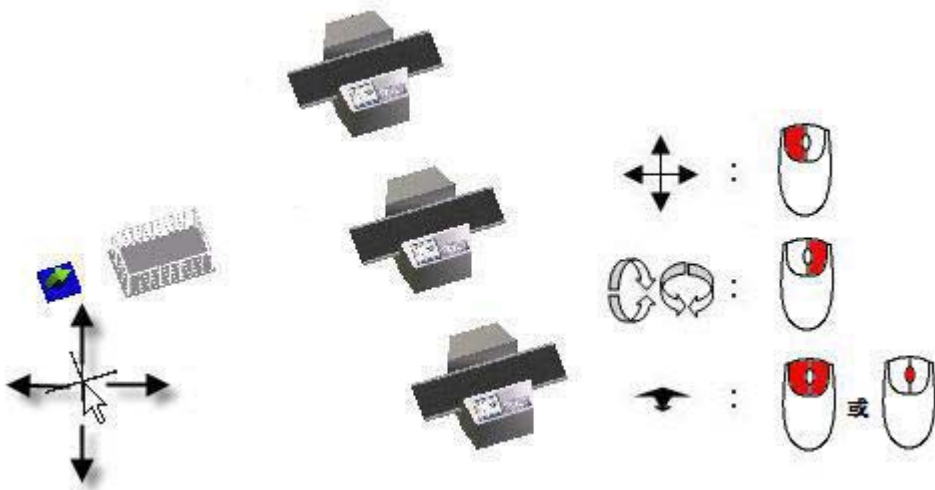


移动实体 - 要在模型中移动实体，则用鼠标左键点住该实体，并拖动至你需要的位置。你

还可以右键点击并拖动鼠标来旋转此实体。你也可以使用鼠标滚轮，或同时按住鼠标左右键点住该实体并拖动鼠标，可沿 z 轴方向上下移动该实体。

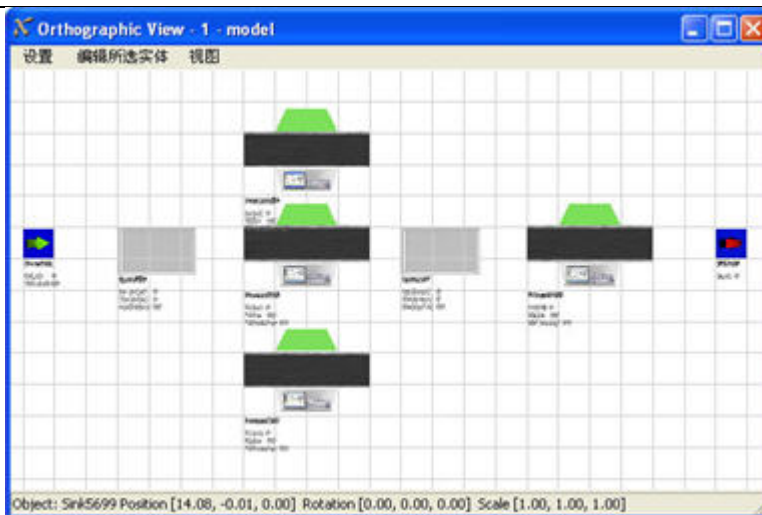


移动视窗 - 要移动模型的视景观察点，可用鼠标左键点击视窗的一个空白区，并拖动鼠标。要旋转模型视点时，用右键点击空白区并拖动鼠标。要放大或缩小视图时，使用鼠标滚轮或同时按住鼠标左右键并拖动鼠标。



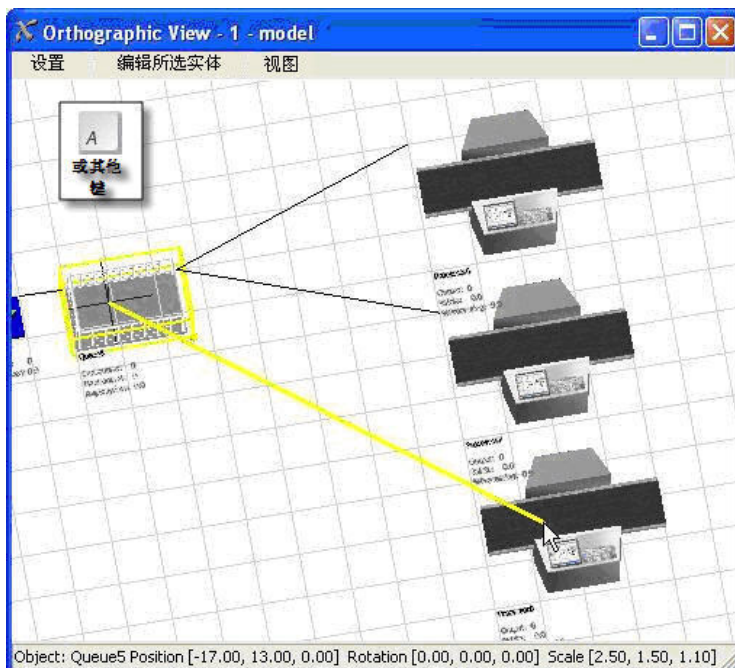
第 3 步：完成在模型中生成实体

再拖出一个暂存区、一个处理器和一个吸收器实体放到模型中。



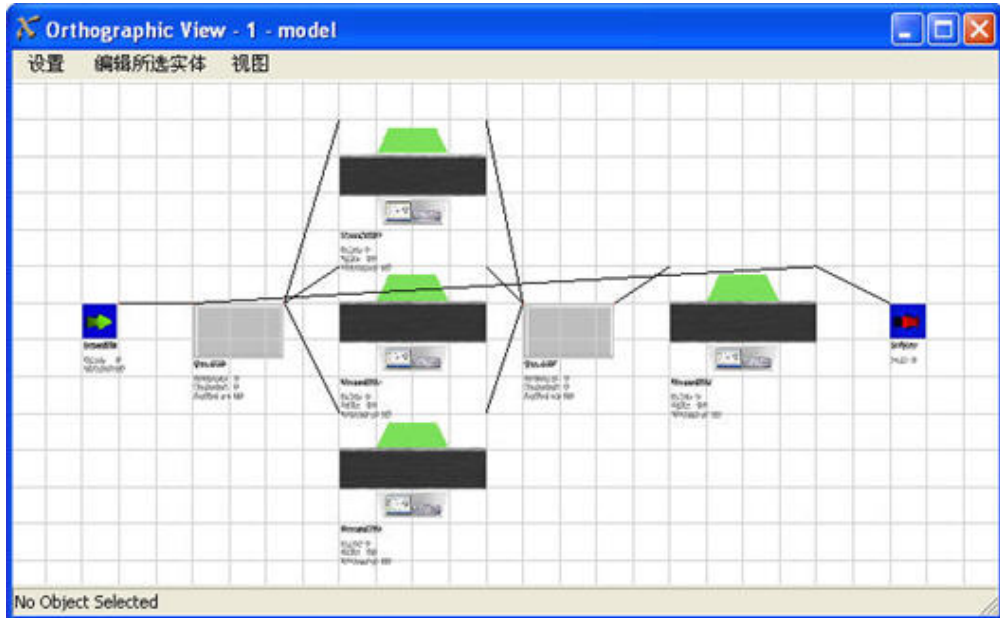
第 4 步：连接端口

下一步是连接端口来安排临时实体的逻辑路径。要连接一个实体的输出端口至另一个实体的输入端口，按住键盘上的“A”键，然后点击第一个实体并按住鼠标左键，拖动鼠标到下一个实体然后放开鼠标键。将会看到拖动出一条黄色连线，放开鼠标键时，会出现一条黑色的连线。



首先，连接发生器到第一个暂存区。然后连接此暂存区和每个处理器。再连接每个处理器到第二个暂存区。然后连接第二个暂存区到检验处理器。然后连接检验处理器到吸收器，并连接到

模型前端的第一个暂存区。先连接检验处理器到吸收器，然后到第一个暂存区。现在此模型的连接应如下图所示。



下一步是改变各实体的参数，以使它们按模型的描述来工作。这里从发生器开始一直到吸收器逐个修改参数。

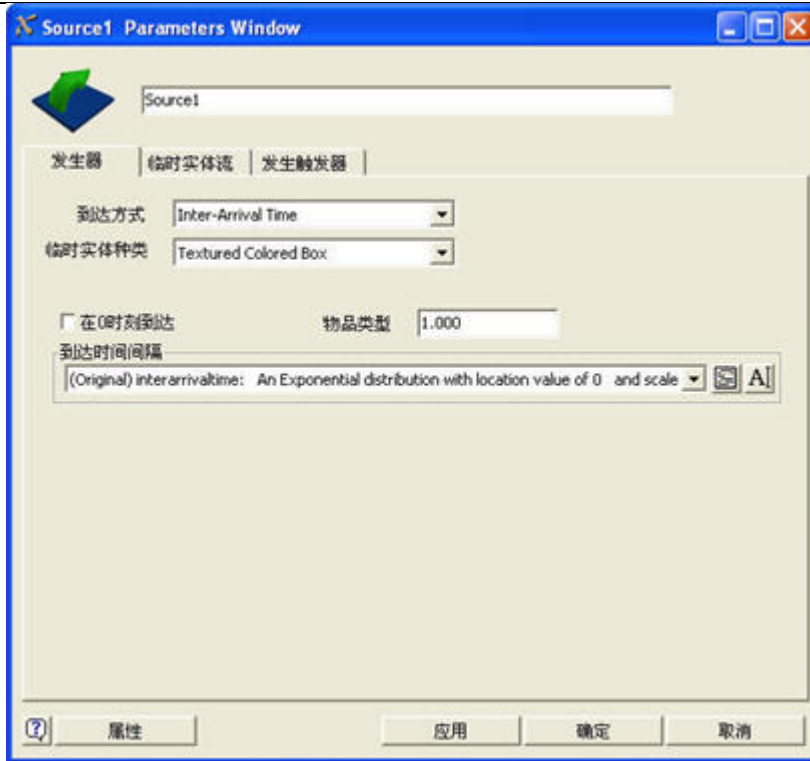
(3) 定义实体方法

每个实体有它自己的参数视窗。数据和逻辑会由此视窗添加到模型中。双击一个实体进入该实体参数视窗。

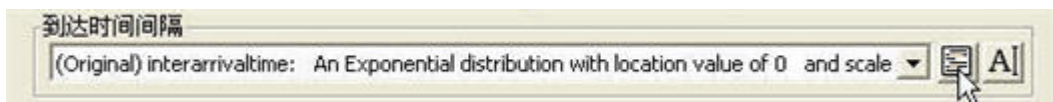
在这个模型中，我们需要让 3 种不同的产品类型进入系统。要完成这一要求，每个临时实体的类型将按照均匀分布被随机分配一个 1 到 3 之间的整数值。这由发生器的出口触发器来完成。

第 5 步：给发生器指定临时实体的到达速率

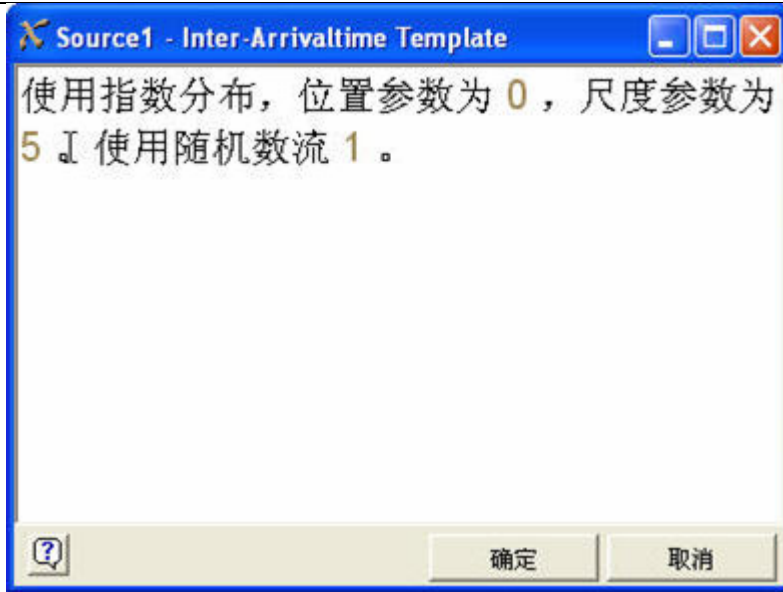
双击该发生器打开它的参数视窗。



所有 Flexsim 实体都有多个分页（标签页）来代表变量和信息，建模人员可根据模型要求来改变它们。在这个模型中，我们需要改变到达间隔时间和临时实体类型以产生 3 种类型的产品。在此模型中，产品每 5 秒到达，按指数分布。发生器默认使用一个指数分布的到达时间间隔，但需要改变其均值。诸如指数分布这样的各种随机分布将被仿真过程采用，可用来对现实系统中发生的变化进行建模。Flexsim 提供了一个叫做 ExpertFit 的工具来帮助你确定何种随机分布与你的实际数据最匹配。在后面的文档中有对分布和如何使用它们的详细解释。在发生器分页中，在到达时间间隔下拉菜单中，点击  按钮。



将打开第二个视窗，来解释其选项，并可编辑该选项的参数。所有以棕色显示的内容都可以改变。

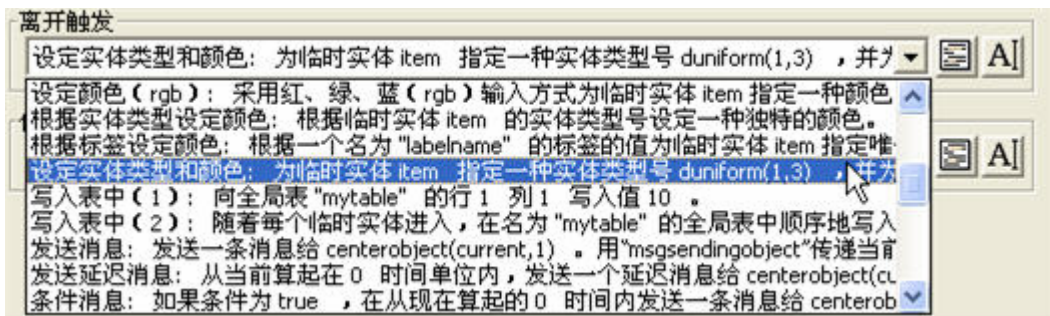


使用此模板你可以改变数值以调整分布，甚至也可以插入一个表达式。对于这个模型，将形数参数值从 10 改为 5。对于一个指数分布，形状参数值就是均值。按确定按钮返回参数页。

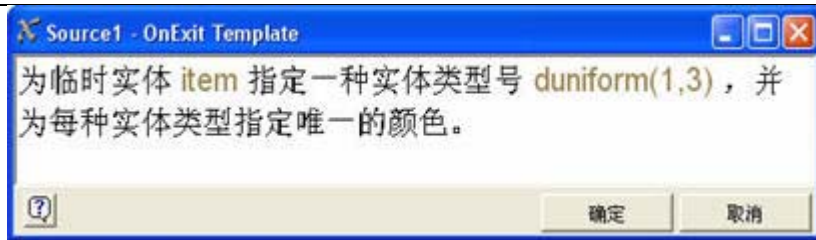
第 6 步：指定临时实体的类型和颜色

接下来要做的是，在临时实体进入系统时为其指定一个类型值。此类型值在 1 到 3 之间均匀分布，意思是，进入系统的产品是类型 1、类型 2、或类型 3 的可能性都一样。完成该指定的最好的方式是在发生器的离开触发器中改变其临时实体类型。

选择发生器触发器分页。选择离开触发器下拉菜单选择。在下拉菜单中选择“Set Itemtype and Color（设定临时实体类型和颜色）”选项。



选择并改变了临时实体的类型和颜色后，选择模板按钮 ，可看到如下信息（见下图）。



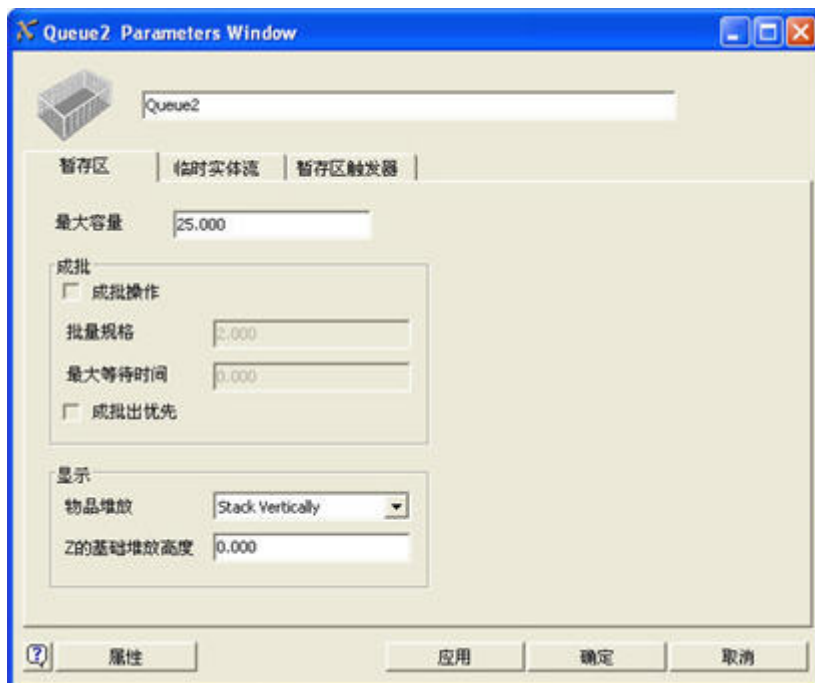
离散均匀分布与均匀分布相似，只是其返回值不是所给参数之间的实数，而是一个整数。

我们现在完成了发生器的参数编辑，所有默认的棕色内容已经完全如我们所需要的了。点击确定按钮即可接受参数设置并关闭该视窗。

第 7 步：设置暂存器容量

下一步是详细设置第一个暂存区。这里有两项内容需要设定。首先要设定的是暂存区的容量。第二，希望暂存区的分配方式是将临时实体中所有类型 1 送至处理器 1，类型 2 送至处理器 2，以此类推。

双击第一个暂存区，就会出现其参数视窗。

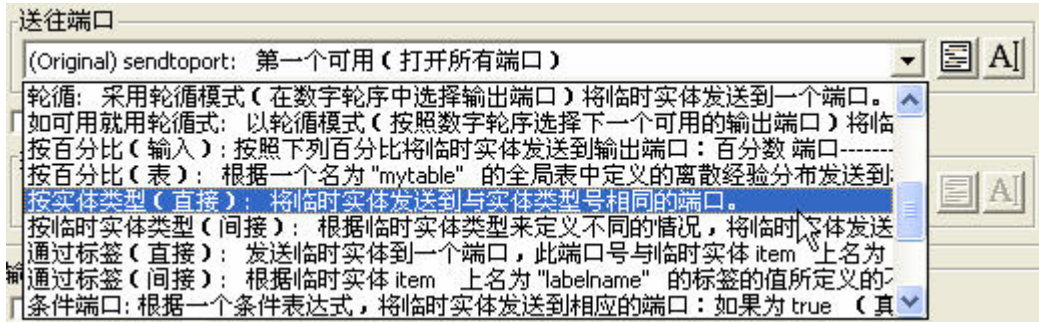


将最大容量改为 10000，这实际上将得到一个无限容量的暂存区。按  按钮。

第 8 步：指定暂存区的路径分配

选择“临时实体流”分页来设置该暂存区的实体流选项。

在“输出”面板中，在“送往端口”下拉菜单中，选择“By Itemtype (direct)（按临时实体类型（直接））”选项。



由于已经指定了一个临时实体的类型参数等于 1、2 或 3，我们现在可以用临时实体的类型来选定临时实体要通过的端口号。处理器 1 应被连接至端口 1，处理器 2 应被连接至端口 2，处理器 3 应被连接至端口 3。

选择了“By Itemtype (direct)”选项后，按确定按钮关闭该暂存区的参数视窗。

第 9 步：指定处理器的操作时间

下一步是设置 3 个处理器的处理时间。

双击第一个处理器，就会出现其参数视窗。



在“处理时间”下拉菜单中，选择“Exponential Distribution（指数分布）”选项，然后按  按钮。默认的形状参数值是 10 秒。不改变该默认设定。这样，在我们的模型中，每个产品将被平均处理 10 秒钟，处理时间服从指数分布。



点击确定按钮来关闭模板视窗。到此为止，这是我们要对处理器所做的唯一改变。我们将在

后面的课程中采用一些其它选项。点击确定按钮关闭处理器的参数视窗。

对其它两个处理器重复这一步骤。

第 10 步：详细设置第二个暂存区

现在双击第二个暂存区打开其参数视窗。如同在第一个暂存区中所做的一样，我们需要模拟一个无限容量的暂存区。在“最大容量”域段输入 10000。然后按确定按钮关闭视窗。

第 11 步：设置检验站处理时间

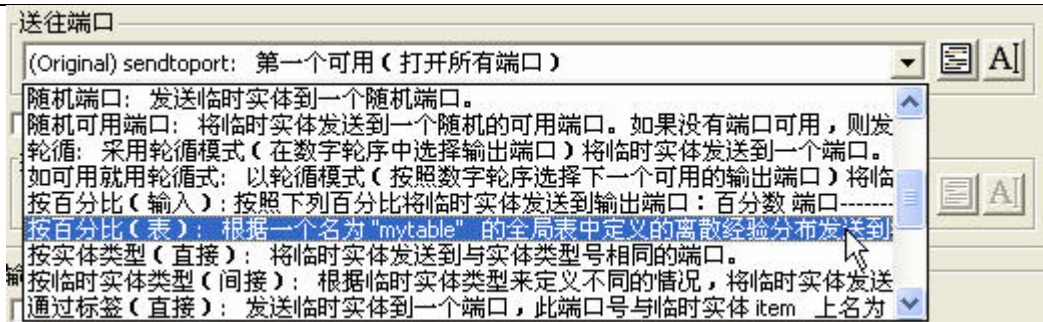
现在需要指定检验站的处理时间和路径逻辑。双击该检验站打开其参数视窗。在“处理时间”分页中“处理时间”菜单下，按  按钮。这将又一次打开解释处理时间的当前选项的模板视窗。改常数时间 10 为 3。这样，在模型中，它将持续 3 秒（恒值不变）时间来检验产品是否有加工缺陷。



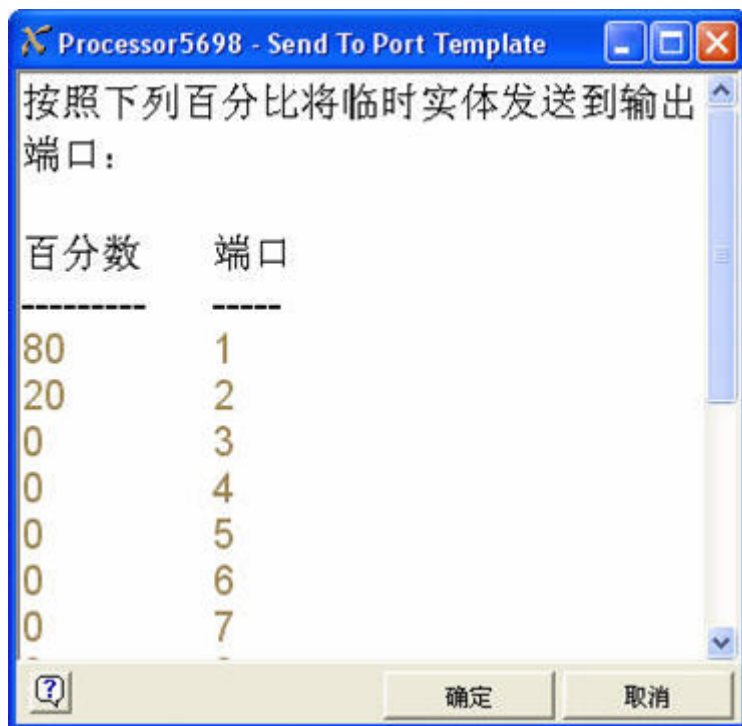
第 12 步：设置检验站的路径分配

现在需要设置该检验站将劣质产品送回到模型的开始端，将合格产品送到吸收器。在建立该实体的连接时，应首先连接它至吸收器，然后将它连接回第一个暂存区。这个顺序可以使第一个输出端口连接到吸收器，第二个输出端口连接到暂存区。现在，我们想按照某确定的百分比来安排临时实体的路径。

点击该检验站的“临时实体流”分页。在“输出”面板中“送往端口”下拉菜单下，选择“By Percentage (inputs) (按百分比 (输入))”选项。

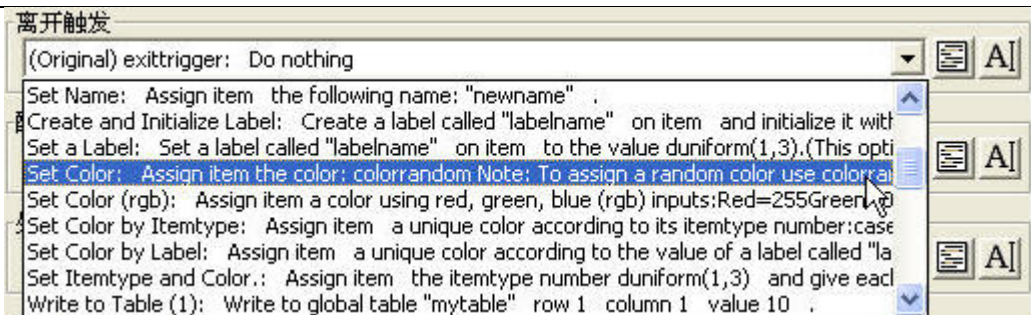


然后按模板  按钮。这将再次打开选择流经路径策略的视窗。为端口 1 输入 80%，端口 2 为 20%，意思是，将 80% 的产品，或者说制造合格的产品，从输出端口 1 输出到吸收器；而将 20% 的产品，或者说，有制造缺陷的产品，从端口 2 送回第一个暂存区。



按确定按钮关闭模板视窗。

还有一件可能想要做的事，就是对已通过检验站并已被送回第一个暂存区的实体进行可视化。点击检验站的参数视窗中的“处理器触发器”分页。在离开触发器下拉框中选择“Set Color (设定颜色)”选项。



按  按钮并输入 colorblack 作为临时实体要改变成为的颜色。



按确定按钮关闭此模板视窗。然后按检验站参数视窗中的确定按钮关闭之。

(4) 模型编译与运行

第 13 步：编译

到此，已准备好编译，然后可以运行此模型了。

选择主视窗底部的  编译 按钮。

一旦编译过程完成，就准备重新设置并运行此模型。

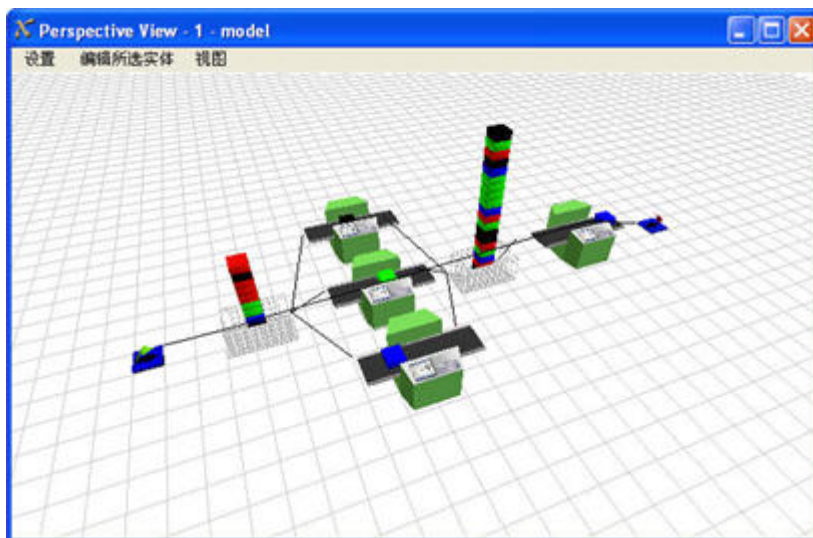
第 14 步：重新设置该模型

点击主视窗左下角  重置 按钮。对模型进行重置可以确保所有系统变量被设置回初始值，并将模型中所有临时实体清除。

第 15 步：运行此模型

选择主视窗底部  按钮。

现在模型应该开始运行了。临时实体应该从第一个暂存区开始移动，进入 3 个处理器中的一个，然后到第二个暂存区，再进入检验站，并从这里进入吸收器，也有一些被重新发送回第一个暂存区。被发回的实体将变成黑色。



要停止模型运行，可随时按  按钮。后面你将学到如何按特定时间长度和特定重复次数来运行模型。当模型定义中用到随机分布时，多次运行模型是很重要的。

要加快或减慢模型运行速度，可左右移动视窗底部的运行速度滑动条。



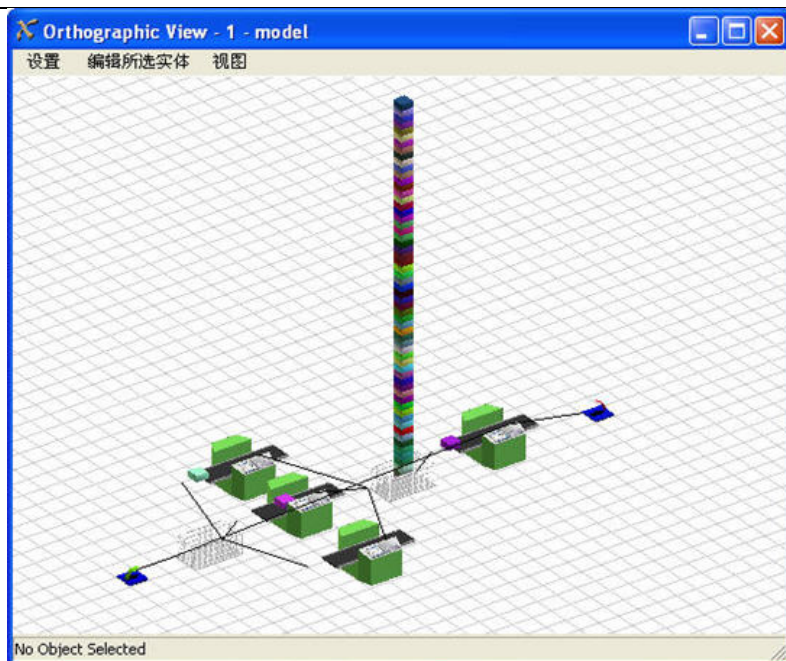
移动此滑动条能改变仿真时间与真实时间的比率，它完全不会影响模型运行的结果。

现在已经完成了建模过程。来看一看这个模型产生的一些统计数字。

（5）模型实验

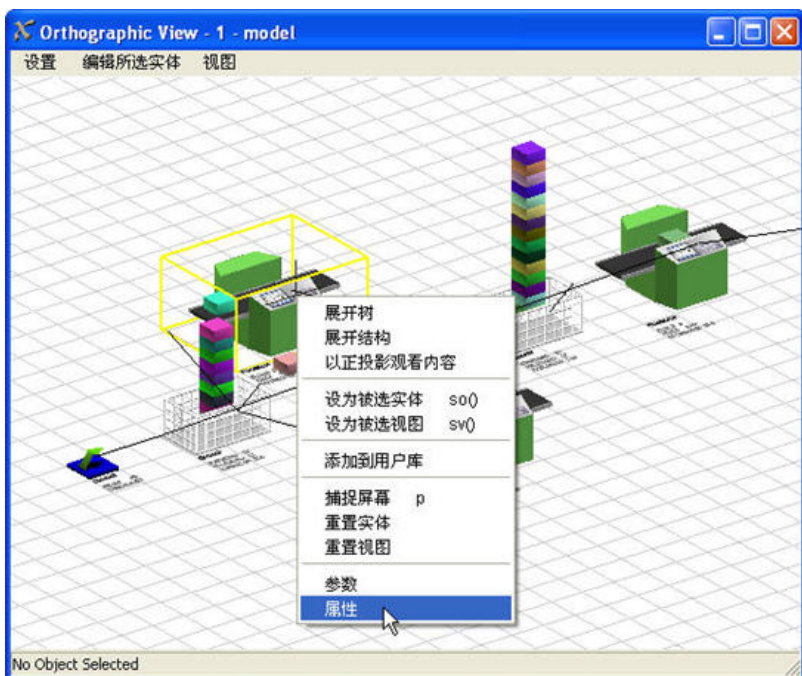
发现瓶颈

在描述系统时通常希望知道系统的瓶颈在那里。这里有几种途径。首先，你可以简单地观察暂存区的长度。如果模型中的一个暂存区一直有很多的产品堆积，这是一个有用的迹象，表明流程在该位置造成了系统的瓶颈。运行该模型时，将注意到第二个暂存区会经常有些产品等待加工，而第一个暂存区的容量通常是 20 或更少，正如下图所看到的。



另一种发现瓶颈的方法是查看每个过程的统计报表。如果上游的三个处理器总是繁忙，而检验位常常空闲时，瓶颈很可能在三个处理器上。反之，如果检验站总是很忙，上游的处理器总是空闲，则瓶颈可能是在检验站上。

运行此模型至少 50000 秒。然后停止模型，右键点击并选择属性来打开 3 个处理器中第 1 个的属性视窗。

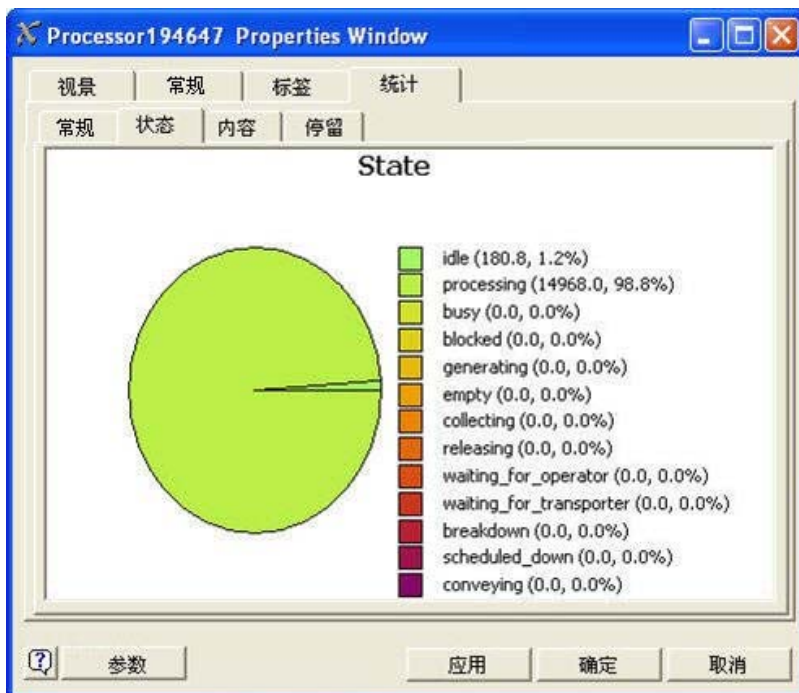


选择统计分页。然后选状态分页。这将显示出实体的时间处于每个状态的百分率的饼图。



饼图表明这一工序的空闲时间占仿真时间的 17.3%，而处理时间占 82.7%。关闭这一视窗，然后右键点击另两个处理器中的一个，再次进入它们的属性视窗，它们将有类似的结果。

在检验站点击右键，打开它的属性视窗。检验站的状态饼图如下。

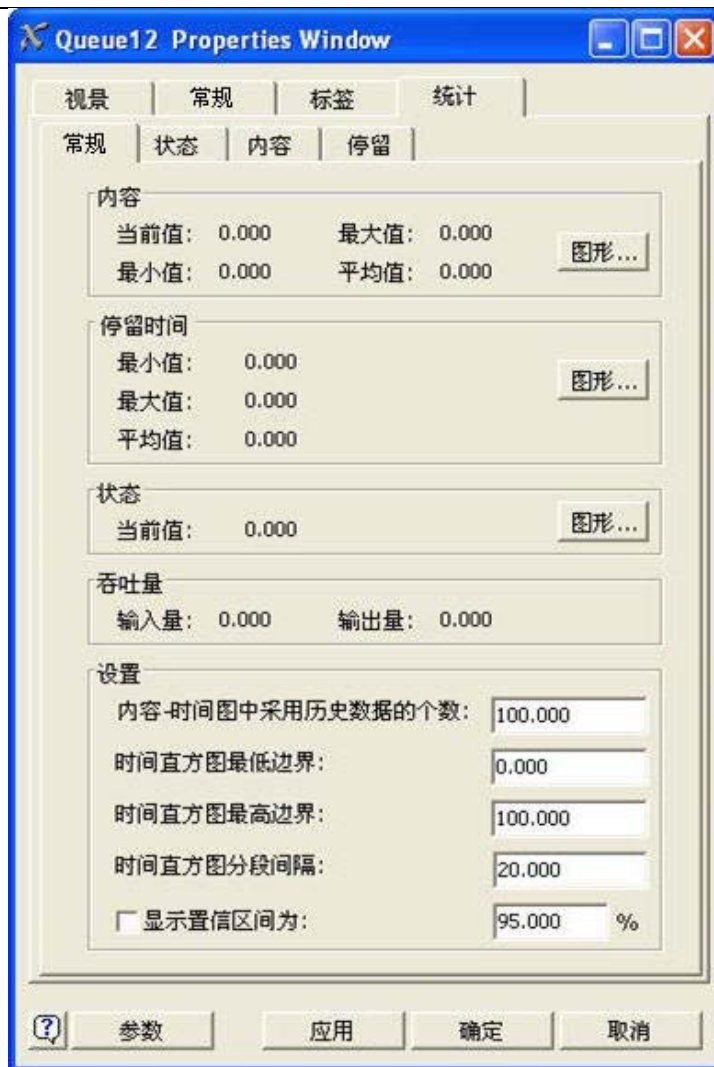


可以注意到，在仿真运行过程中，98.8%的时间检测器是在工作。由这些不同状态的图可以得知，很明显瓶颈为检验站，而不是这3个处理站。

现在已经图示出瓶颈的位置了，问题是下一步应该怎么办呢？这取决于一些有关成本与获利的对比因素，还有设施的未來目标。在将来，是否这些设备需要具备以更快的速度处理更多产品的能力？在模型中，平均每5秒制造一个产品。检测器平均每5秒送一个成品到吸收器。这个平均5秒的值，是可以通过4秒的检验周期和80/20的发送策略来计算得到的。这样，在全部时间中，模型的总能力下降。如果工厂要开始在这部分设备中处理更多的产品，也就是说发生器有更高的到达速率（更低到达时间间隔）。那么如果不改变检测器，模型将持续积聚更多的部件，暂存区的容量将持续增加，直到没有剩余空间。所以要修改这里，必须增加第二个检验站，因为它是模型的瓶颈。

如果检验站的暂存区大小很重要，这成为另一个再增加一个检验站的原因。如果检验站暂存区积聚很高的数量意味着成本很大，那么增加第2个检验站将是明智的，这将确保暂存区大小，以及每个产品在该暂存区中的等待时间不会太高。来看一下该暂存区的统计数据。

右键点击该检验站暂存区，并选择属性。点击统计分页，并查看常规页。如下所示。



继续运行此模型，将会注意到这些数值随着仿真运行而改变。查看平均当前数量和平均逗留时间数值。逗留时间指临时实体在暂存区中停留的时间。在此仿真的前期，暂存区的平均数量通常较低，但随着仿真继续，它将达到较高的数值如 200 或 300。如果 200 或 300 的平均暂存区大小是无法承受的，那么就有必要增加第 2 个检验站。

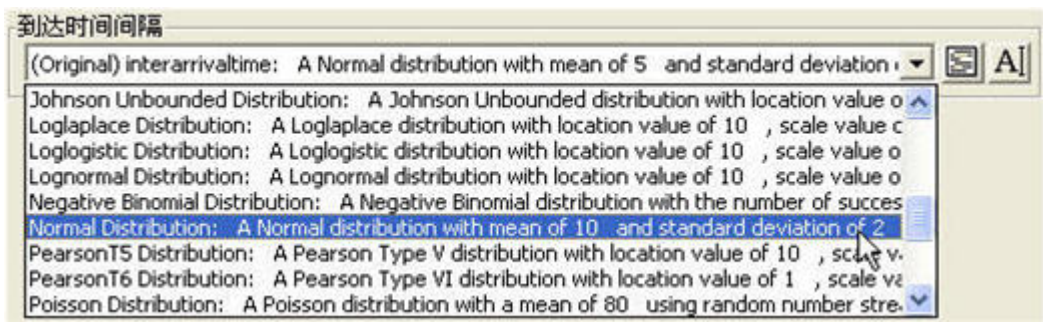
随机性

在决定增加另一个检验站之前，先来做一些测试。既然一个来自发生器的产品平均每 5 秒到达，而且平均每 5 秒一个产品到达吸收器，那么为什么暂存区会有产品积聚呢？产品以其到达的速度离开，这样在系统中似乎不应该有任何积聚。

暂存区堆积的原因是系统的随机性。是的，平均每 5 秒到达一个产品，但这个到达率是基于指数分布的。指数分布中 5 为平均值，在多数时间里产品实际将以比每 5 秒更快的速度到达。但每隔一会都会有一段较长的时间没有产品到达。最后平均计算的到达率为 5 秒，但通常产品到达得更快，这样将会堆积在检验站的暂存区中，因为检验站为瓶颈。

假如，在设备中，产品实际不是以指数分布，而是以更加平稳的速度到达？暂存区大小是否将会停留在一个较低的级别？让我们来测试一下。

双击发生器打开它的参数视窗。在到达时间间隔时间下拉菜单中，选择正态分布。



点击模板  键打开一个视窗来编辑此功能。输入一个平均为 5、标准偏差为 0.5 的正态分布



在模板视窗中按确定，并在参数视窗中按确定。现在按  编译 键来再次编译此模型。重置并再次运行该模型。

如果仍未打开暂存区的属性视窗，右键点击暂存区来再次打开它并选择属性。继续运行此模型。你将注意到暂存区的平均容量和平均逗留时间不会很高。现在通常它们不会高过 50 或 60，

而以前它们有时候会高至 200 或 300。这是一个显著的改进，而且它只是由改变模型的随机性而引起的。

更高的吞吐量

现在如果设施的确需要增加 15% 的系统产出率。这相当于改变一个发生器的平均到达时间间隔从 5 秒到 4.25 秒。由于检测器被 100% 利用，我们明显需要在系统中增加第 2 个检测器让我们来进行改变。

再次双击发生器来打开它的参数视窗。点击模板  键选择到达时间间隔。改变正态分布的平均值从 5 到 4.25。在模板视窗中点击确定。在发生器参数视窗中点击确定。

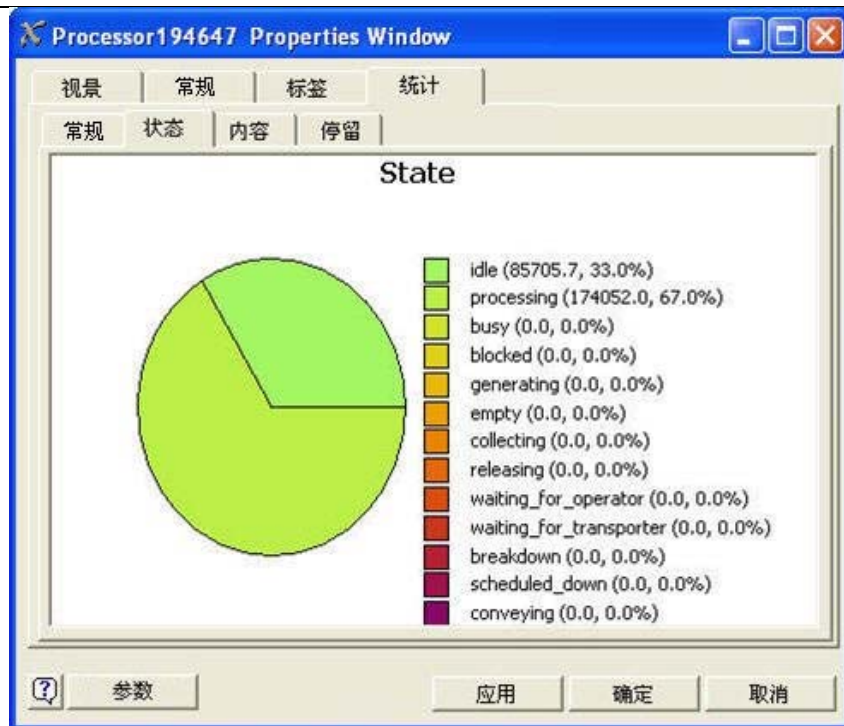
现在我们将生成第 2 个检测器。拖拽另一个处理器实体进入模型，放在第一个检测器下面。双击它并设置它的处理时间为持续 4 秒，就象原先的检测器一样。然后用“A”拖拽连接检测器暂存区的输出端口至新的检测器，然后连接新检测器输出端口至吸收器，和上游暂存区。

在新检测器的临时实体流页中，在发送至端口选项中选择百分率（输入），然后用  键打开模板视窗。输入 80% 至端口 1，20% 至端口 2。

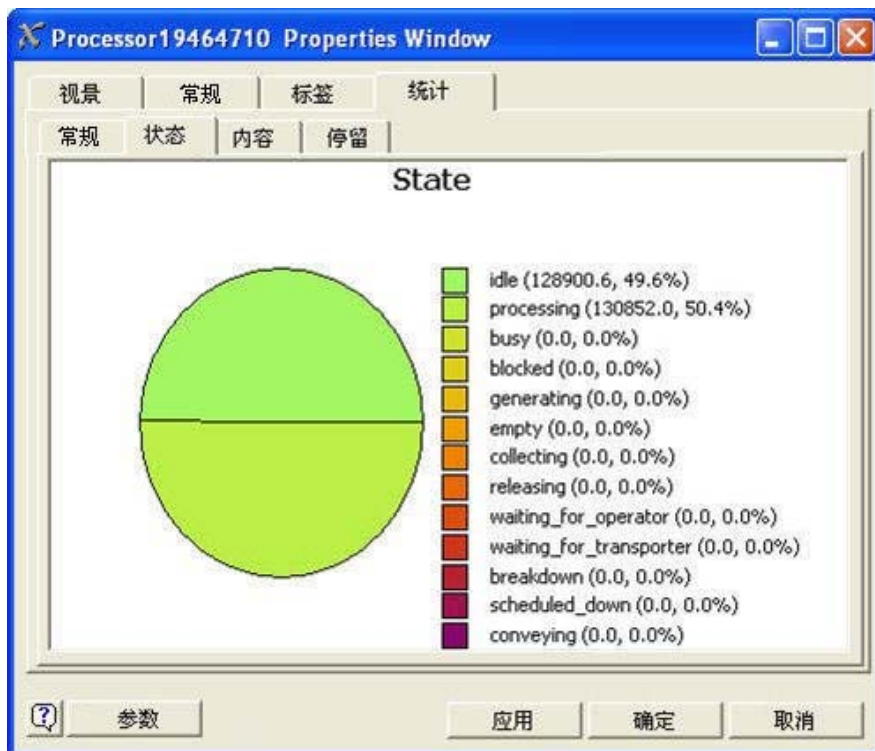
现在我们已经完成所做的改变，我们可以编辑，重置，并再次运行模型。

评估新的配置

现在运行此模型至少 50,000 秒。首先注意到检验站暂存区现在几乎总是空着，而 3 个处理器的暂存区却经常堆积。现在让我们看看原检测器的饼形图。右键点击原检测器并选择属性。进入统计分页，然后进入状态分页。这应该显示出原先的检测器现在仅仅在 67% 的时间中为繁忙，因为现在这里有第 2 个检测器。

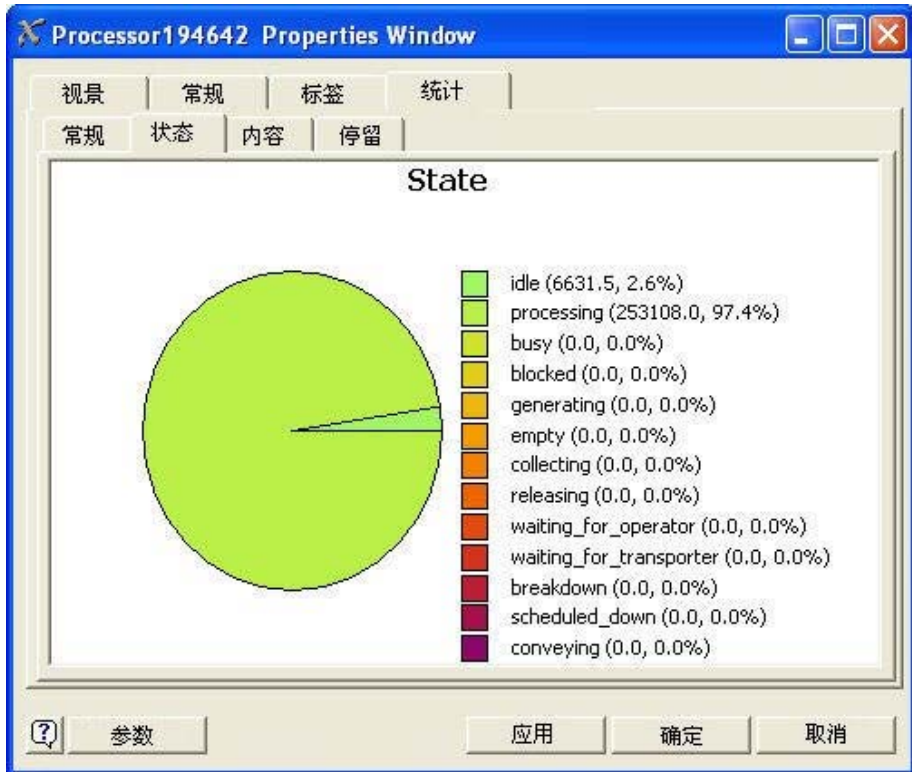


点击确定来关闭属性视窗。现在点击新检测器并进入它的状态饼形图。它仅在 50%的时间内繁忙，比原检测器少。



区别的原因是检验站暂存区发送至第一个空闲的检测器。无论何时两个检测器均为空闲，产品将总是进入原先的检测器，因为它是首先空闲的。产品只在原先检测器已经繁忙时才进入第 2 个检测器。这样，原先的检测器的利用率比第 2 个更高。

在第 2 个检测器的属性视窗中点击确定。现在进入 3 个上游处理器中的一个，右键点击它并选择属性。进入它的状态饼图。注意到该处理器的利用率现在已经几乎达到 100%。



现在已经有效地把系统的瓶颈从检测器移动到 3 个处理器。并且，通过利用增加 15% 的产量，和加入第 2 个检测器，已经显著地降低了每个检测器的利用率。此决策是否是一个合理的决策，很大程度取决于增加第 2 个检测器的花费。现在，由于瓶颈在 3 个处理器中，为了将来增加产量，并由此增加每个检测器的利用率，可能需要增加更多的处理器。当然，这再一次取决于花费和获益的分析。

结果

通过生成一个模型来仿真系统，已经明确如何对系统做何有效的决定。现在可以使用从仿真中收集的这些信息来对工厂的将来作出更好的决定。

对于这个简单模型，从数学模型和公式中也可以作出许多相同的结论。然而，真实的模型经常会比我们建立的模型复杂得多，并超出数学模型的范围。使用 Flexsim 仿真，我们可以和上面的例子一样模拟这些实际生活中的复杂性问题，并测试结果。

Flexsim 还给予仿真更多的视觉魅力。它有效帮助管理团队作出明智的决策，因为管理团队可以在实际的 3D 世界里看到决定的影响。这个 3D 世界将随着建立 Flexsim 模型而自动产生。

4. 实验报告

Flexsim 相关概念与仿真起步实验报告应包含以下内容：

- 1) 学习离散事件仿真的内容，理解离散事件系统中涉及的数学模型，总结自己的对离散事件和 Flexsim 仿真的理解。
- 2) 按照 Flexsim 仿真起步中的步骤，建立一个生产/物流系统的仿真模型，并谈谈对物流系统仿真的认识。

实验 2 Flexsim基础仿真模型（一）

1. 实验目的

掌握建立一个简单生产系统布局的基本步骤和方法，熟悉 Flexsim 建模的基本操作。

2. 实验要求

- 1) 学会如何建立一个简单布局；
- 2) 学会如何连接端口来安排临时实体的路径；
- 3) 学会如何在 Flexsim 实体中输入数据和细节；
- 4) 学会如何编译模型；
- 5) 学会如何操纵动画演示。

3. 实验内容

3. 1 Flexsim仿真模型 1 描述

在第一个模型中，我们将研究三种产品离开一个生产线进行检验的过程。有三种不同类型的临时实体将按照正态分布间隔到达。临时实体的类型在类型 1、2、3 三个类型之间均匀分布。当临时实体到达时，它们将进入暂存区并等待检验。有三个检验台用来检验。一个用于检验类型 1，另一个检验类型 2，第三个检验类型 3。检验后的临时实体放到输送机上。在输送机终端再被送到吸收器中，从而退出模型。图 3-1 是流程的框图。

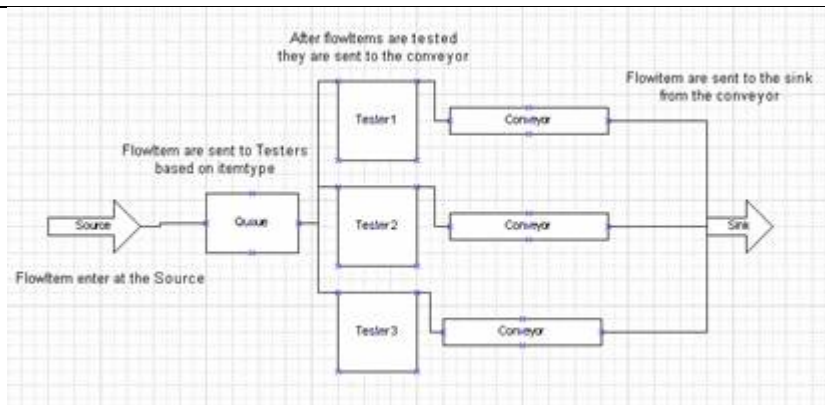


图 3-1 模型 1 流程框图

3. 2 Flexsim仿真模型 1 数据

发生器到达速率:	normal (20, 2) 秒
暂存区最大容量:	25 个临时实体
检验台检验时间:	exponential (0, 30) 秒
输送机速度:	1 米/秒
临时实体路径:	类型 1 到检验台 1, 类型 2 到检验台 2, 类型 3 到检验台 3。

3. 3 Flexsim建模步骤

一般来说, Flexsim 仿真建模可以分为五个过程:

- ① 构建模型布局
- ② 定义物流流程
- ③ 编辑对象参数
- ④ 编译运行仿真
- ⑤ 分析仿真结果

(1) 构建模型布局

步骤 1: 从库里拖出一个发生器放到正投影视图中, 如图 3-2 所示:

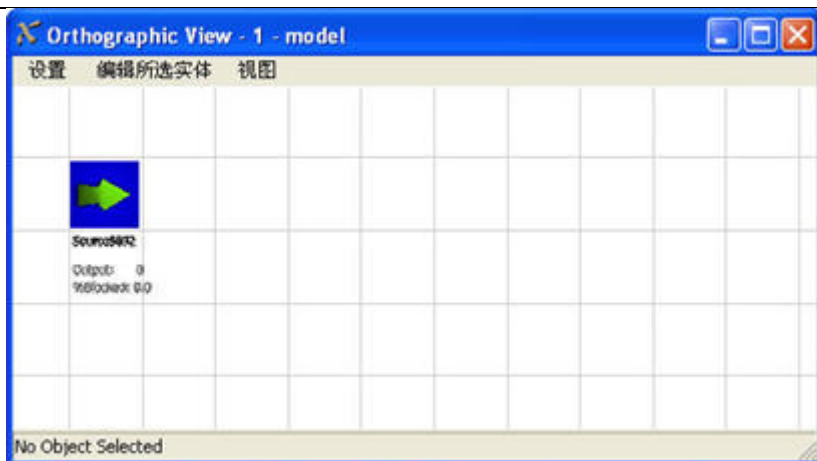


图 3-2

步骤 2: 把其余的实体拖到正投影视图视窗中, 如图 3-3 所示:

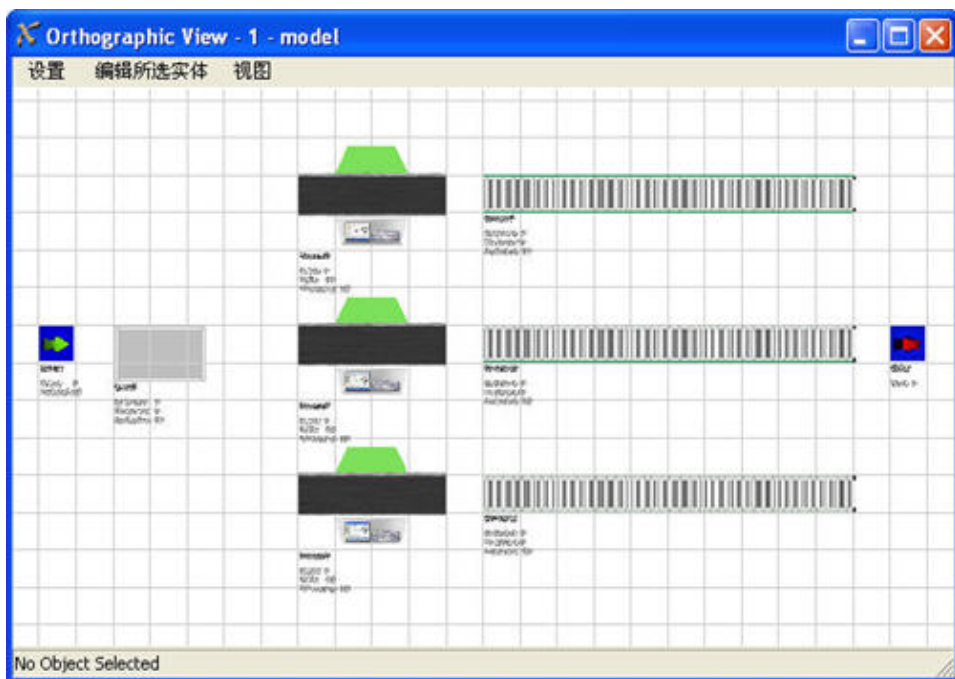


图 3-3

完成后，将看到这样的一个模型。模型中有 1 个发生器、1 个暂存区、3 个处理器、3 个输送机和 1 个吸收器。

(2) 定义物流流程

步骤 3: 连接端口

下一步是根据临时实体的路径连接端口。连接过程是：按住“A”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（图 3-4），释放时变为黑线（图 3-5）。

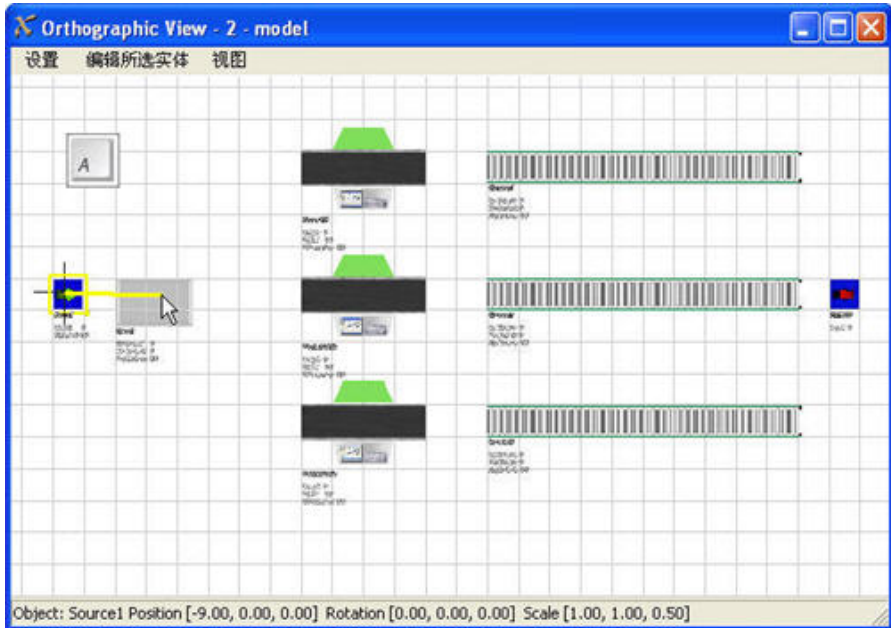


图 3-4 拖曳时出现的黄线

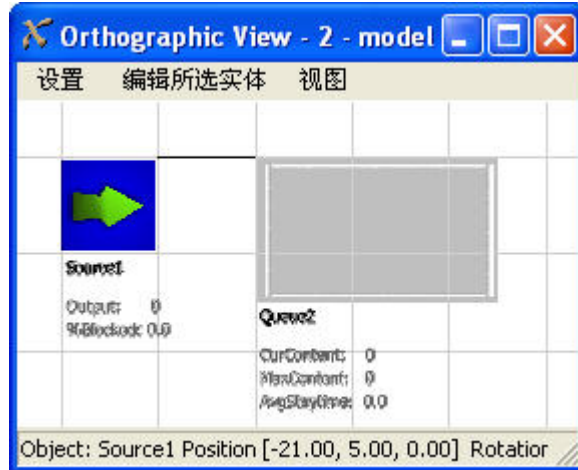


图 3-5 释放后得到的黑线

连接每个处理器到暂存区，连接每个处理器到输送机，连接每个输送机到吸收器，这样就完成了连接过程。完成连接后，所得到的模型布局应如图 3-6 所示。

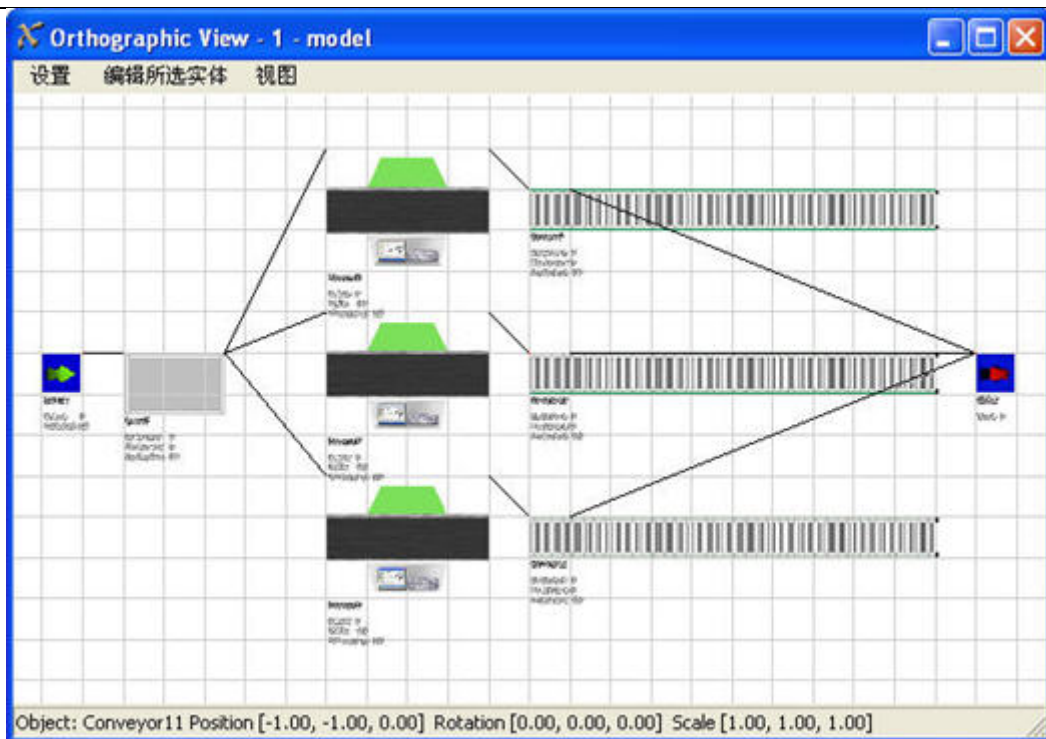


图 3-6 完成端口连接

下一步是根据对实体行为特性的要求改变不同实体的参数。我们首先从发生器开始设置，最后到吸收器结束。

(3) 编辑对象参数

每个实体都有其特有的图形用户界面（GUI），通过此界面可将数据与逻辑加入模型中。双击实体可打开叫做参数视窗的 GUI。

对于这一模型，我们想要有三种不同的产品类型进入系统。为此，将应用发生器的“离开触发器”为每个临时实体指定一个 1 到 3 之间的均匀分布的整数值，来作为实体类型。

步骤 4：指定到达速率

双击发生器键打开其参数视窗（见图 3-7）。



图 3-7 发生器参数视窗

所有的 Flexsim 实体都有一些分页或标签页，提供一些变量和信息，建模人员可根据模型的需求来进行修改。在这个模型中我们需要改变到达时间间隔和实体类型来产生 3 种实体。根据模型描述，我们要设定到达时间间隔为 $\text{normal}(10, 2)$ 。现在，按下到达时间间隔下拉菜单中的箭头，选择“正态分布”选项（图 3-8）



图 3-8

该选项将出现在视窗里。如果要改变分布的参数，则选择模板  按钮，之后可以改变模板

中任何灰褐色的值。选择模板  按钮将看到这一视窗（图 3-9）：



图 3-9

可以使用模板改变数值来调整分布，甚至可以插入一个表达式。在本模型中改变 10 为 20。按确定键返回到参数视窗。

下面我们需要为临时实体指定一个实体类型，使进入系统临时实体的类型服从以 1 到 3 之间的均匀分布。最好的做法是在发生器的“离开触发器”中改变实体类型。

步骤 5：设定临时实体类型和颜色

选择发生器触发器分页（图 3-10）。在“离开触发器”框中，选择“Set Itemtype and Color（设定临时实体类型和颜色）”以改变临时实体类型和颜色。

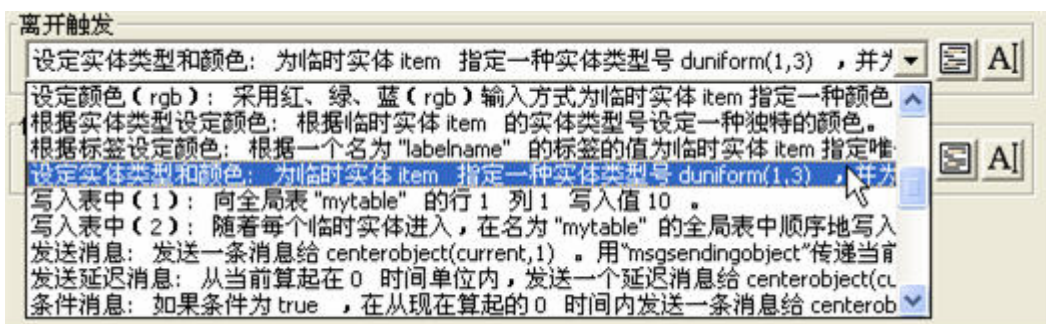


图 3-10

在选定改变临时实体类型和颜色的选项后，按模板键 ，可以看到下列信息（图 3-11）：

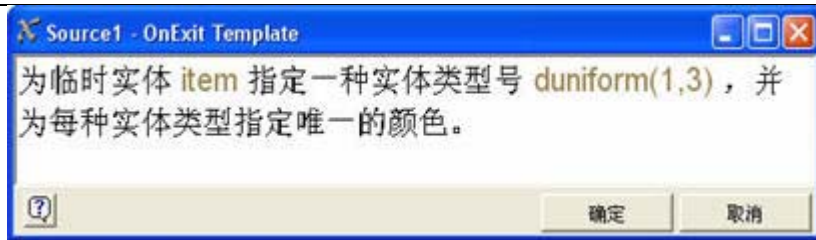


图 3-11

离散均匀分布与均匀分布相似，但返回的不是给定的参数之间的任意实数值，而是离散整数值。点击本视窗和发生器参数视窗的确定键。

下一步是详细设定暂存区参数。由于暂存区是在临时实体被处理器处理前存放临时实体的场所，因此需要做两件事。首先，需要设定暂存区最多可容纳 25 个临时实体的容量。其次，设定临时实体流选项，将类型 1 的实体发送到处理器 1，类型 2 的实体发送到处理器 2，依此类推。

步骤 6：设定暂存区容量

双击暂存区打开暂存区参数视窗（图 3-12）

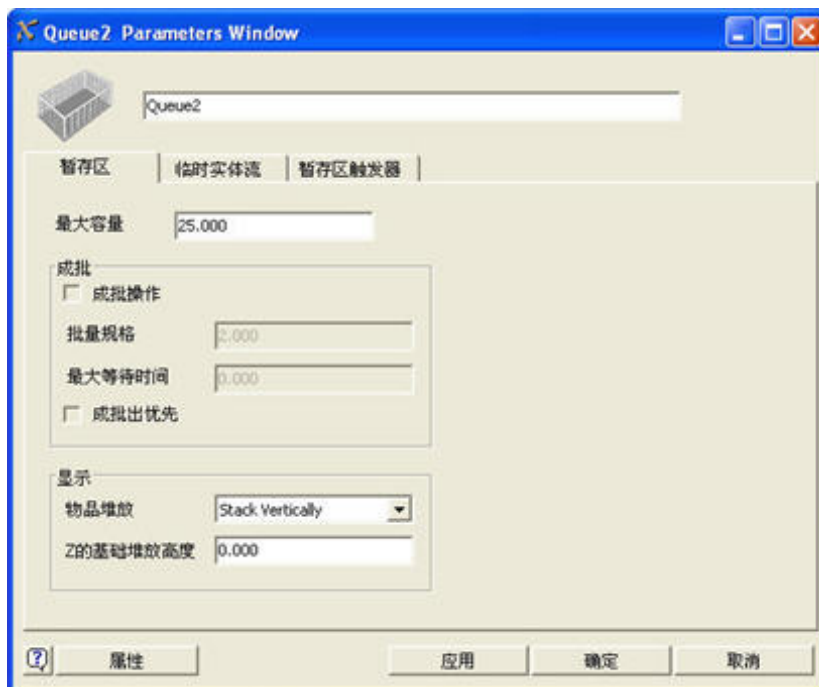


图 3-12

改变最大的容量为 25。选择  按钮。

步骤 7：为暂存区指定临时实体流选项

在参数视窗选择临时实体流分页来为暂存区指定流程

在“发送到端口”下拉菜单中选择“By Itemtype (direct) (按实体类型 (直接))”(图 3-13)。

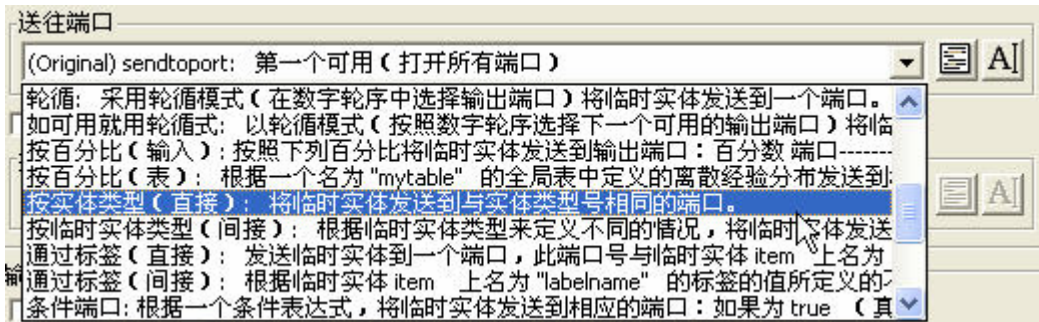


图 3-13

由于我们已经分配实体类型为 1、2、3，我们就可以用实体类型号来指定临时实体通过的端口号。处理器 1 应连接到端口 1，处理器 2 应连接到端口 2，依此类推。选定了“By Itemtype (direct)”之后，点击确定按钮关闭暂存区的参数视窗。

步骤 8：为处理器指定操作时间

双击处理器 1，打开处理器 1 的参数视窗（图 3-14）。



图 3-14

在“处理时间”下拉菜单中，选“Exponential Distribution（指数分布）”。其默认的时间是 10

秒，因此，这里需要改变，改变的方法是选择模板按钮  (见图 3-15)。



图 3-15

将形状参数（scale value）改为 30。这里指数分布的形状参数恰好是均值。按确定按钮关闭视窗。这仅仅是这一次对处理器所做的改变，今后的课程中还要考察一些其它的操作。按确定按钮关闭处理器参数视窗。对其它的处理机重复上述过程。

因为输送机的默认速度已经设为每时间单位为 1，所以这次不需要修改输送机的速度。

（4）编译运行仿真

步骤 9：编译



图 3-16 主视窗上的运行控制按钮

按主视窗的 **编译** 按钮。完成编译过程后就可以运行模型了。

步骤 10：重置模型

为了在运行模型前设置系统和模型参数的初始状态，总是要先点击主视窗底部的 **重置** 键。

步骤 11：运行模型

按 **运行** 按钮使模型运行起来。

可以看到临时实体进入暂存区，并且移动到处理器。从处理器出来，实体将移动到输送机，然后进入吸收器。你可以通过主视窗的速度滑动条改变模型运行的速度。

步骤 12：模型导航

当前，我们是从正投影视图视窗中观察模型的。让我们从透视视图来观察它。选择正投影视图视窗视窗右上角的 X 来关闭它。选择工具条上的 **透视** 按钮打开透视视图（图 3-17）。

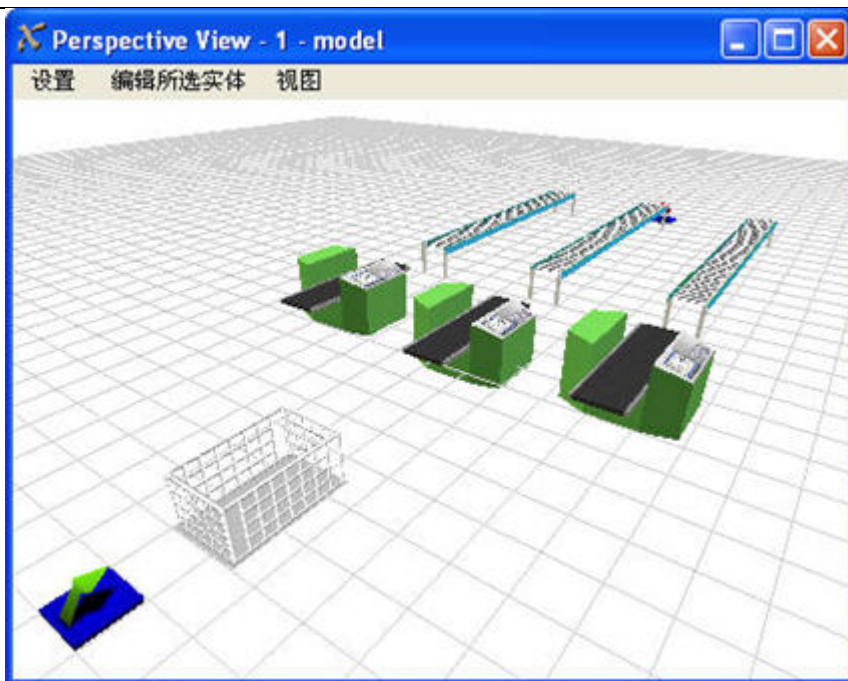


图 3-17

(5) 分析仿真结果

步骤 13: 查看简单统计数据

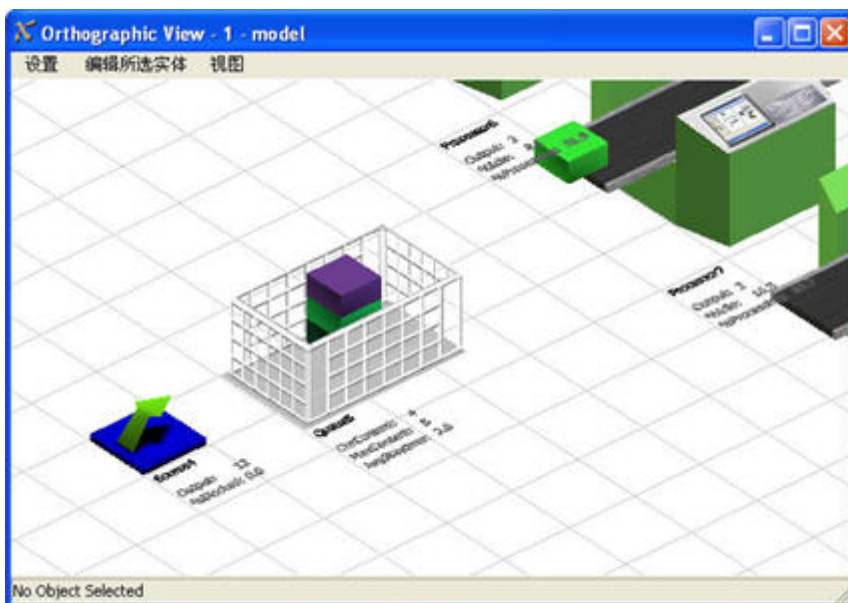


图 3-18

为了观察每个实体的简单统计数据，选择视窗上的设置菜单，取消对“隐藏名称”选项的选择。

正投影视图的默认状态是显示名称的，而透视视图在默认状态下是隐藏名称的。

步骤 14：保存模型

可使用“文件 >模型另存为...”来保存模型。

4. 实验报告

Flexsim 基础仿真模型（一）实验报告应包含以下内容：

- 1) 按照 3.3 节的步骤，建立一个生产系统的仿真模型。

实验 3 Flexsim基础仿真模型（二）

1. 实验目的

进一步熟悉 Flexsim 建模的基本操作，完成稍复杂的生产系统仿真模型，并利用 3D 工具对模型数据进行监控。

2. 实验要求

- 1) 学会如何访问实体参数和属性；
- 2) 学会如何向模型中加入一组操作员；
- 3) 学会如何向模型中加入叉车运输机；
- 4) 学会如何选择一个实体进行统计；
- 5) 学会如何打开统计数据收集；
- 6) 学会如何在模型运行中观察实体统计数据；
- 7) 学会如何添加一个 3D 曲线图来显示暂存区的当前数量；
- 8) 学会如何添加一个 3D 柱状图来显示暂存区的等待时间；
- 9) 学会如何添加一个 3D 饼图来显示每个操作员的状态分布；
- 10) 学会如何添加一个 3D 可视化文本来显示输送机暂存区的平均等待时间；
- 11) 学会如何安排曲线图、图表、文本的位置以取得最好视觉效果。

3. 实验内容

3. 1 Flexsim仿真模型 2 描述

模型 2 中将采用一组操作员来为模型中的临时实体的检验流程进行预置操作。检验工作需要两个操作员之一来进行预置。预置完成以后，就可以进行检验了，无需操作员在场操作。操作员

还必须在预置开始前将临时实体搬运到检验地点。检验完成后，临时实体转移到输送机上，无需操作员协助。

当临时实体到达输送机末端时，将被放置到一个暂存区内，叉车从这里将其拣取并送到吸收器。观察模型的运行，可能会发现有必要使用多辆叉车。当模型完成后，查看默认图表和曲线图并指出关注的瓶颈或效率问题。图 3-1 是模型 2 的流程图。

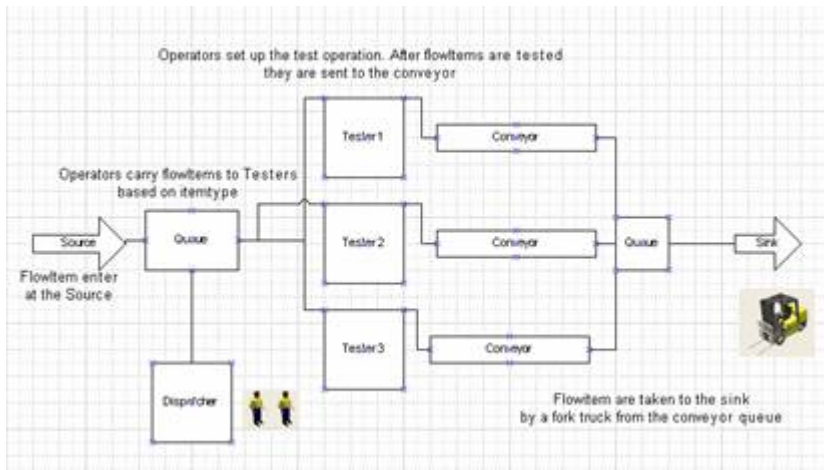


图 3-1 模型 2 图示

3. 2 Flexsim仿真模型 2 数据

检测器的预置时间： 常数值为 10 秒

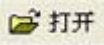
输送机暂存区： 容量=10

产品搬运： 操作员从暂存区到检测器。叉车从输送机末端的暂存区到吸收器。

3. 3 Flexsim建模步骤

首先装载实验 2 建立的模型 1，然后开始建立模型 2。

步骤 1：装载模型 1 并编译

选用工具条上的打开  按钮来装载模型 1。选择第 1 课中存储的模型 1 的文件(.fsm file)。装载后，按下工具条上的编译按钮。切记，在运行模型前必须进行编译。

步骤 2：向模型中添加一个分配器和两个操作员

分配器用来为一组操作员或运输机进行任务序列排队。在该例中，它将与两个操作员同时使用，这两个操作员负责将临时实体从暂存区搬运到检测器。从库中点击相应图标并拖放到模型中，即可添加分配器和两个操作员，如图 3-16 所示。

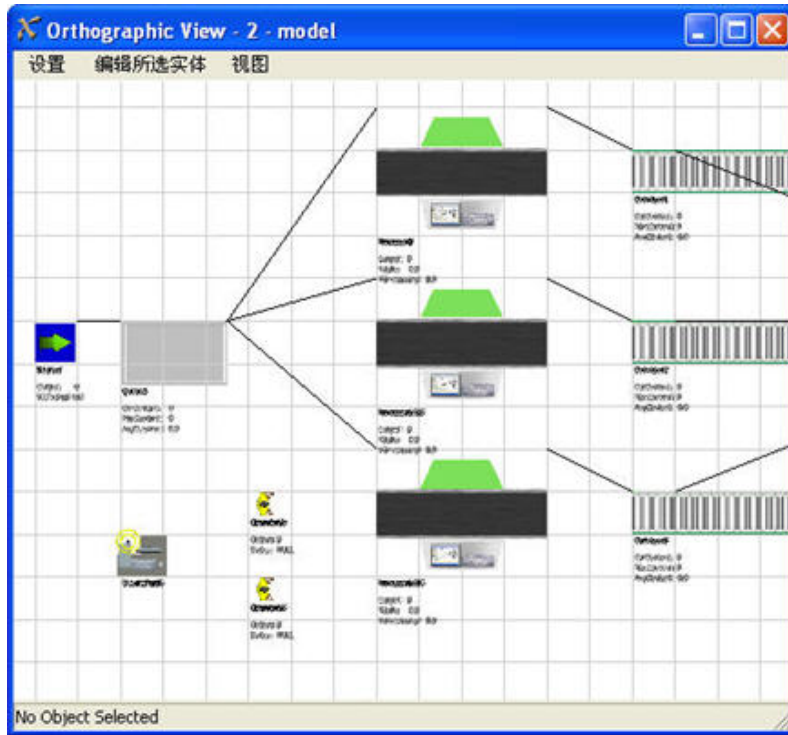


图 3-16 添加分配器和操作员

步骤 3：连接中间和输入/输出端口

暂存区将要求一个操作员来拣取临时实体并送至某个检测器。临时实体的流动逻辑已经在第 1 课中的暂存区设置好了，无需改变。只需请求一个操作员来完成该任务。由于我们使用两个操作员，我们将采用一个分配器来对请求进行排队，然后选择一个空闲的操作员来进行这项工作。如果我们只有一个操作员，就不需要分配器了，可以直接将操作员和暂存区连接在一起。

为了使用分配器指挥一组操作员进行工作，必须将分配器连接需要操作员的实体的中间端口上。若要将分配器的中间端口连接到暂存区，则按住键盘上的“S”键然后点击分配器拖动到暂存区（见图 3-17）。

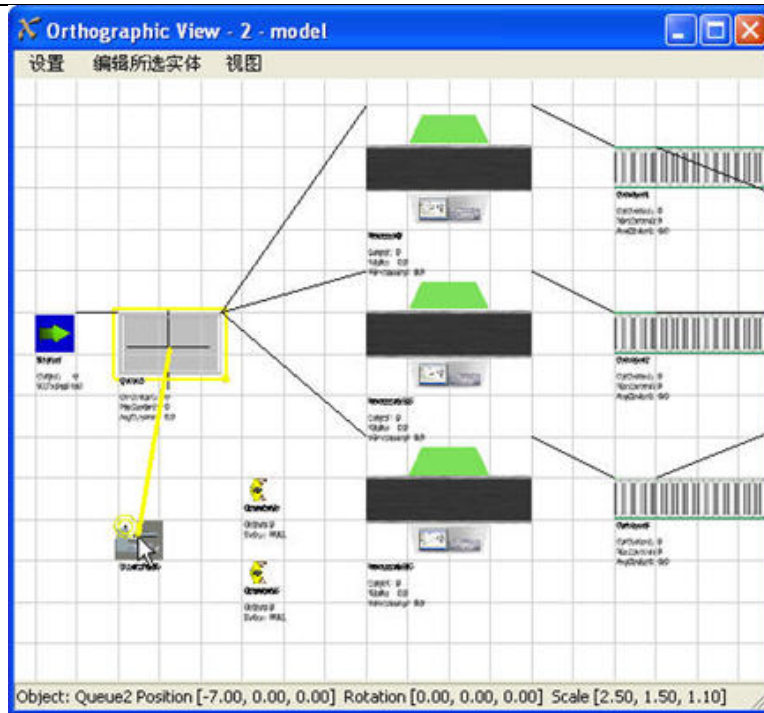


图 3-17 按“S”键并点击拖动

释放鼠标，就建立了一个从分配器中间端口到暂存区中间端口的连接（见图 3-18）。

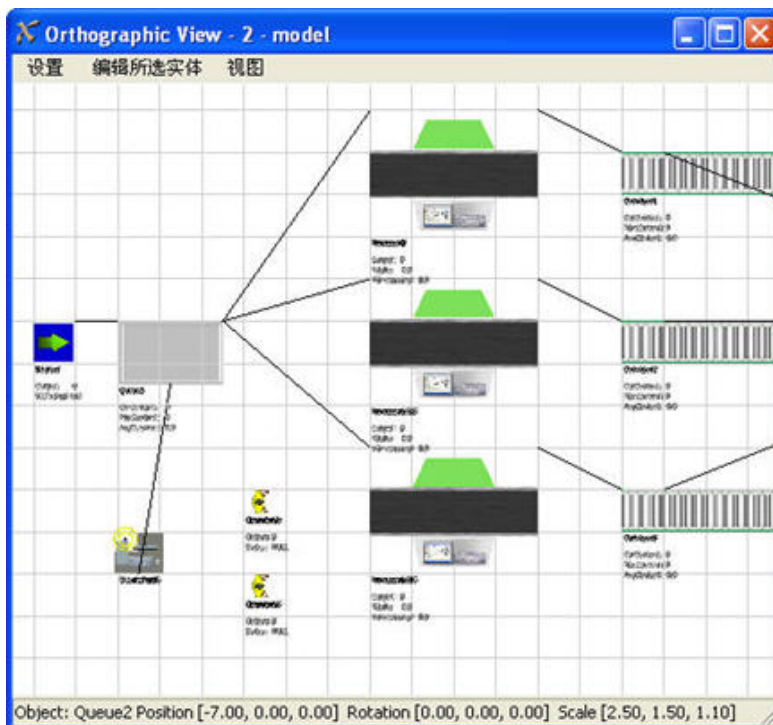


图 3-18 中间端口连接

中间端口位于实体底部中间位置。很明显它并非输入或输出端口。

为了让分配器将任务发送给操作员，须将分配器的输出端口与操作员的输入端口连接。实现方法是，按住键盘“A”键并点击分配器拖动到操作员，如图 3-19 所示。必须对每个操作员进行此操作。连接如图 3-20 所示。

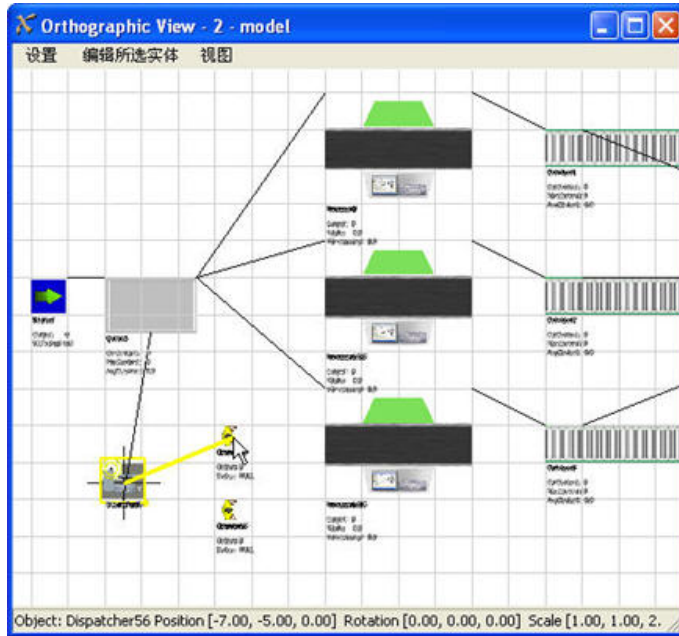


图 3-19 “A”键点击拖动

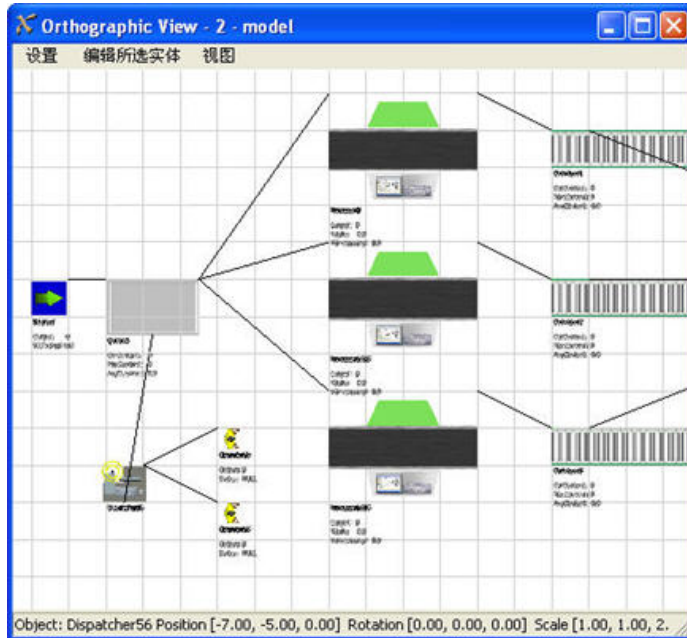


图 3-20 分配器输出端口连接到操作员输入端口

步骤 4：编辑暂存区临时实体流设置使用操作员

下一步是修改暂存区临时实体流属性来使用操作员完成搬运任务。可以双击暂存区打开参数视窗完成上述修改。视窗打开后，选择“临时实体流”分页。选择“送往端口”下拉菜单下面的“使用运输机”复选框（图 3-21）。

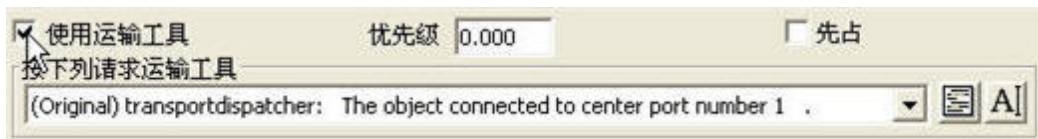


图 3-21 选中“使用运输机”复选框

当选择了“使用运输机”后将激活一个“按下列请求运输工具”的新下拉菜单。这个下拉菜单将根据端口号来选择运输机或操作员去搬运临时实体。在本例中，它被连接到分配器，由分配器将任务分配给操作员。选择“确认”按钮关闭视窗。

步骤 5：编译、保存模型，和测试运行

现在运行模型来确认我们所做的改变是否生效。在开始运行前首先要进行  编译。编译完成后，重置模型，然后按  保存 按钮保存此模型。

运行模型来验证操作员正在从暂存区搬运临时实体到检测器。

步骤 6：为检测器的预置时刻配置操作员

为了使检测器在预置时使用操作员，必须连接每个检测器的中间端口和分配器的中间端口。操作是：按住键盘“S”键点击分配器拖到检测器释放。完成后，端口将如图 3-22 所示。

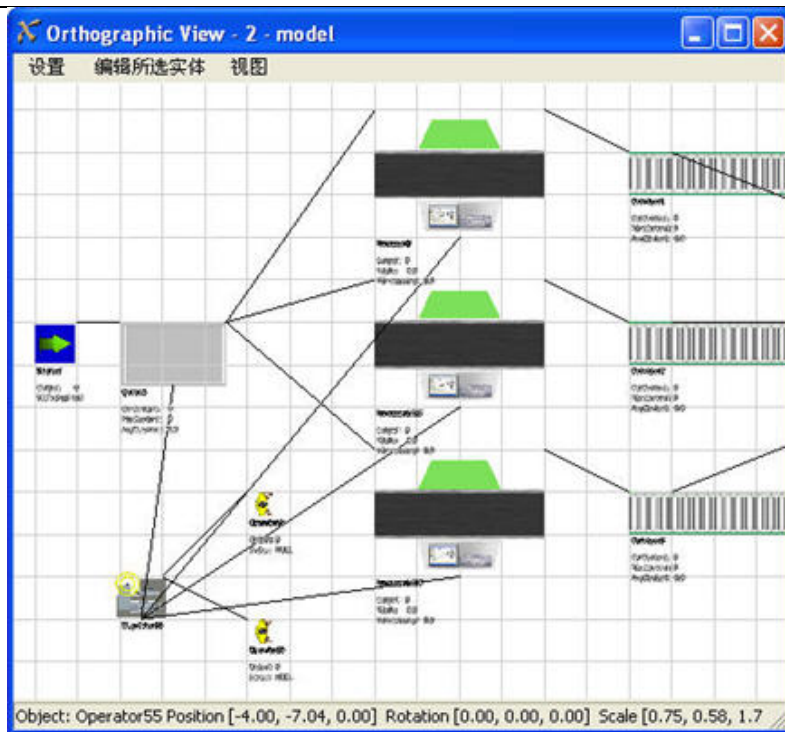


图 3-22 分配器与每个检测器中间端口的连接

现在我们需要为检测器定义预置时间。双击第一个检测器打开其参数视窗（图 3-23）。

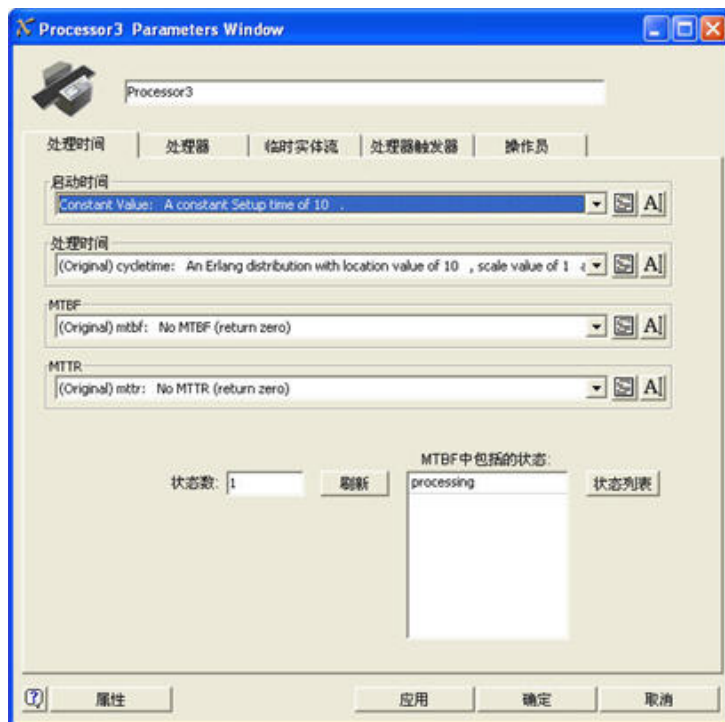


图 3-23

在“预置时间”下拉菜单中选择“Constant Value（常数值）”选项，然后按  键来打开代码模板视窗，将时间改为 10（见图 3-24）。



图 3-24

点击“确认”按钮关闭代码模板视窗。点击主页中的“应用”保存此改变。然后打开“操作员”分页。

选择“使用操作员进行预置”旁的复选框。选择后，将会看到“操作员数量”编辑区和“选取操作员”下拉菜单可用。预置所需的操作员数量为 1，“选取操作员”的被选内容应设置为中间端口 1，如图 3-25 所示。

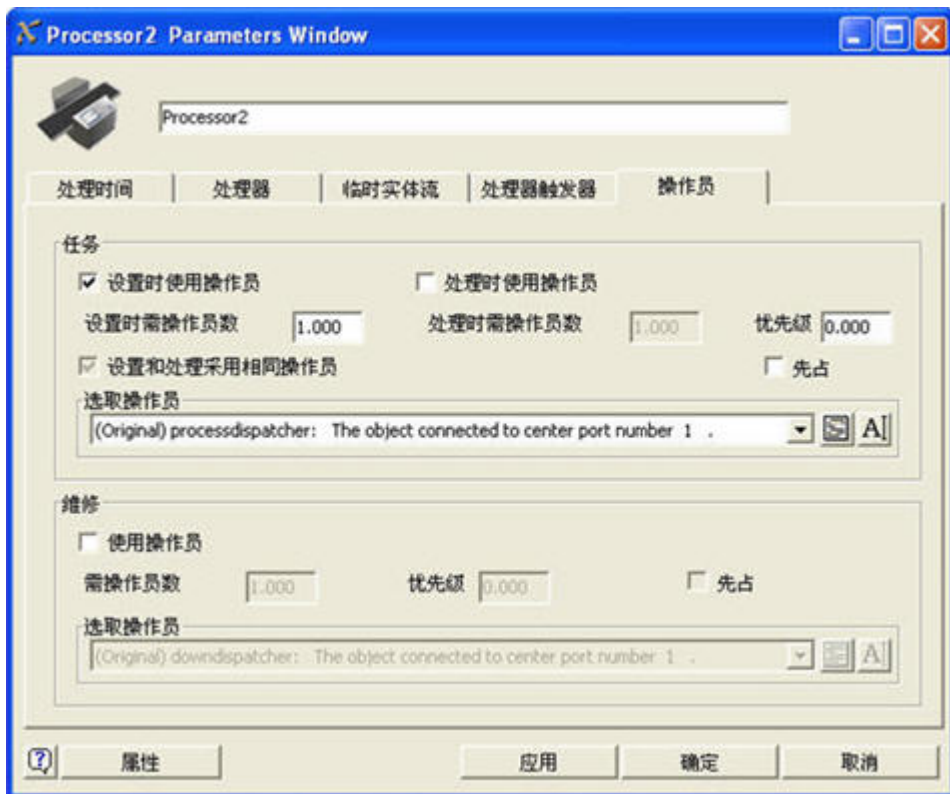


图 3-25

点击“确认”按钮保存此改变并关闭视窗。对模型中的每个检测器重复此步骤。然后编译、重置，并运行模型以确认在预置时间期间确实使用了操作员。

模型的下一步是添加输送机暂存区，并重新连接输入和输出端口。

步骤 7：断开输送机到吸收器的端口间连接

应在添加输送机暂存区前断开输送机和吸收器之间的输入输出端口连接。操作是：按住键盘“Q”键点击输送机拖动至吸收器。

端口被断开后，从库中拖一个暂存区放置在中间那个输送机的末端。然后连接输送机的输出端口至暂存区的输入端口，操作为：按住“A”键点击每个输送机拖动至暂存区。然后用同样的操作连接暂存区的输出端口至吸收器。完成后，模型的布局应如图 3-26 所示。

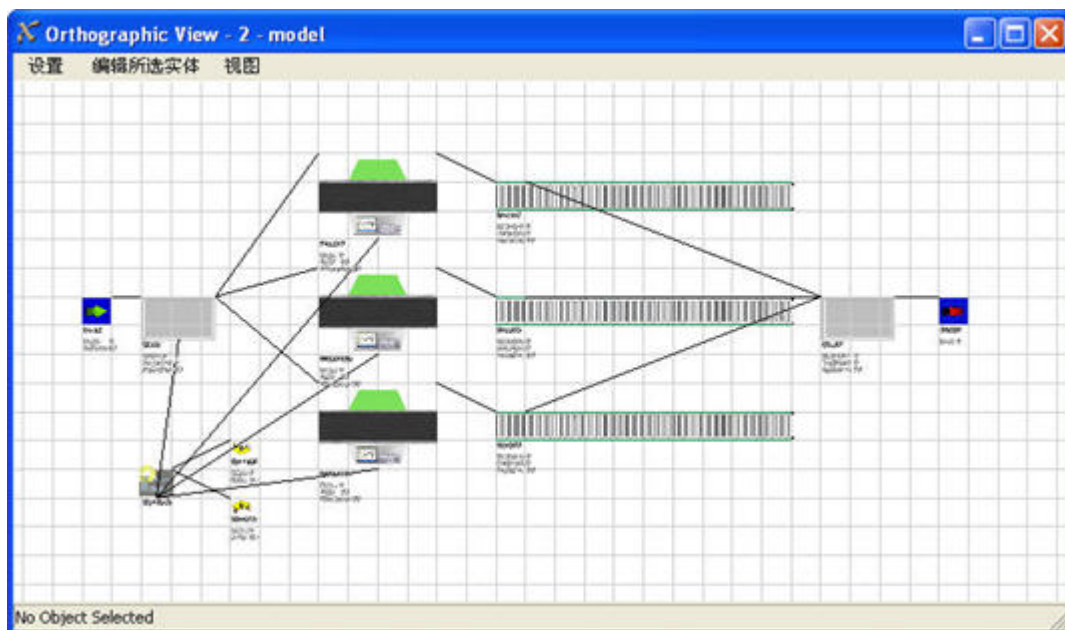


图 3-26 连接完成

现在已修改了模型布局，并创建了端口连接，可以添加叉车了。

步骤 8：添加运输机

在模型中添加叉车，来将临时实体从输送机暂存区搬运到吸收器，这和添加操作员来完成输入暂存区到检测器之间的临时实体搬运是一样的。由于此模型中只有一辆叉车，所以不需要使用分配器。直接将叉车连接到暂存器的一个中间端口。

从库中拖出一个叉车输送机放置到模型视窗中（图 3-27）。

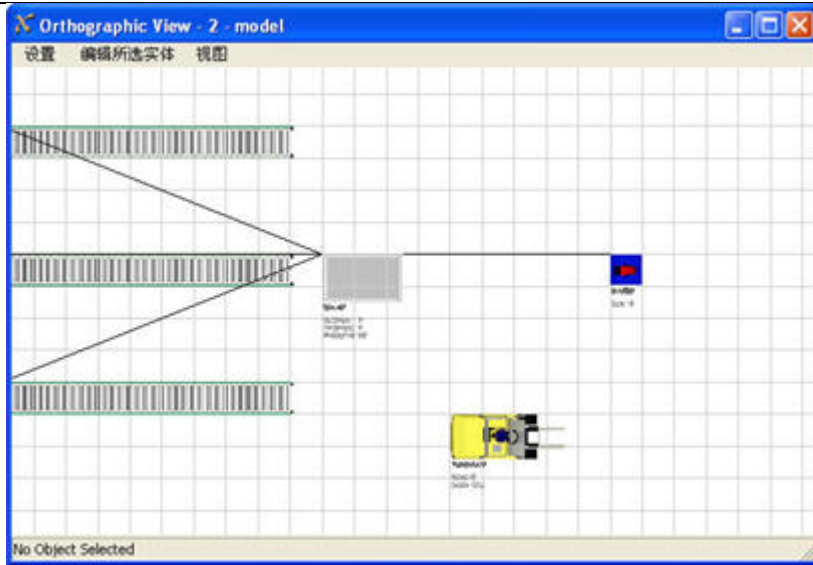


图 3-27

添加叉车后，将暂存区的中间端口连接到此叉车。按住键盘“S”键点击暂存区拖动到叉车。完成后，模型应如图 3-28 所示。

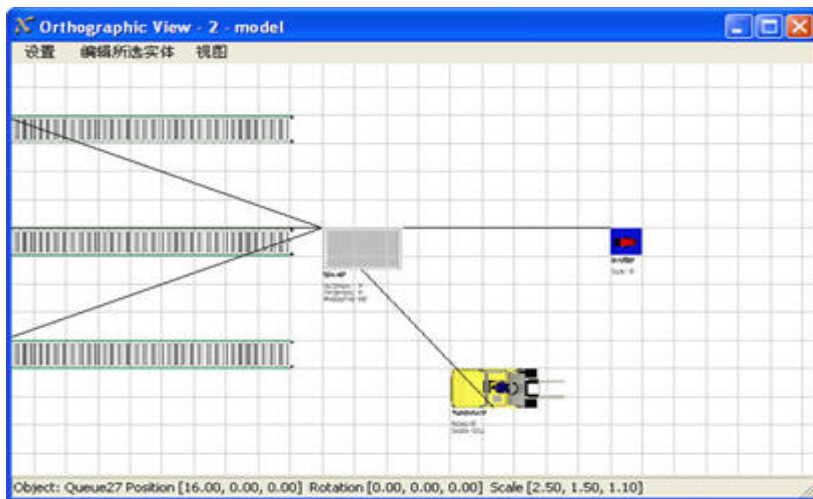


图 3-28

步骤 9： 调整暂存区的临时实体流参数来使用叉车

下一步是调整暂存区的临时实体流参数来使用此叉车。双击暂存区打开其参数视窗（图 3-29）。

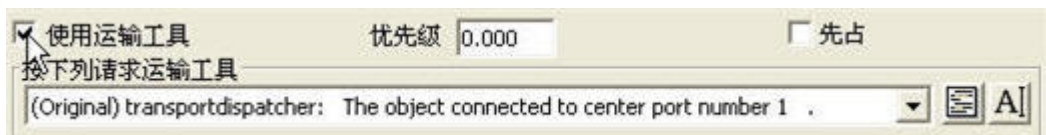


图 3-29 暂存区的“使用运输机”复选框

选择“临时实体流”分页并选中“使用运输机”复选框。暂存区的中间端口 1 已经被连接上，因此无须其它调整。点击“确认”按钮关闭视窗。

点击  编译。模型编译完成后，重置并保存模型。

步骤 10：运行模型

这一步是建立本模型的收获部分，现在可以检验此模型是否如你所愿地运行。在模型运行中，可使用动画显示来直观地检查模型，看各部分是否运行正常（图 3-30）。

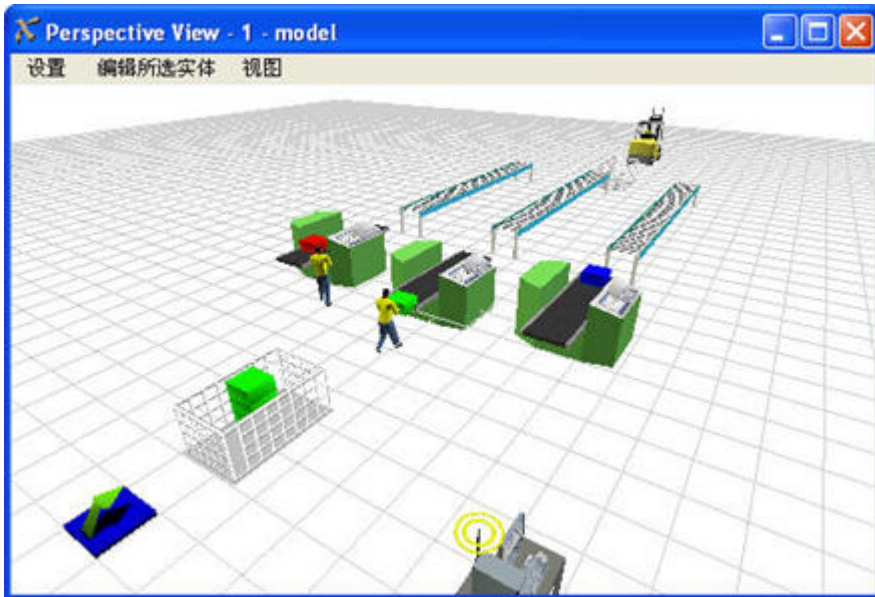


图 3-30 运行模型

应能看到操作员来回走动，叉车在暂存区和吸收器之间搬运临时实体。

可注意到当一个检测器在等待操作员进行预置时，一个黄色的方框显示在检测器下。

步骤 11：输出分析

使用在前面课程中讲到的如何打开统计收集的说明，在属性视窗中查看实体的统计数据。通过观察动画显示和图表（图 3-31），判断此模型是否有瓶颈？

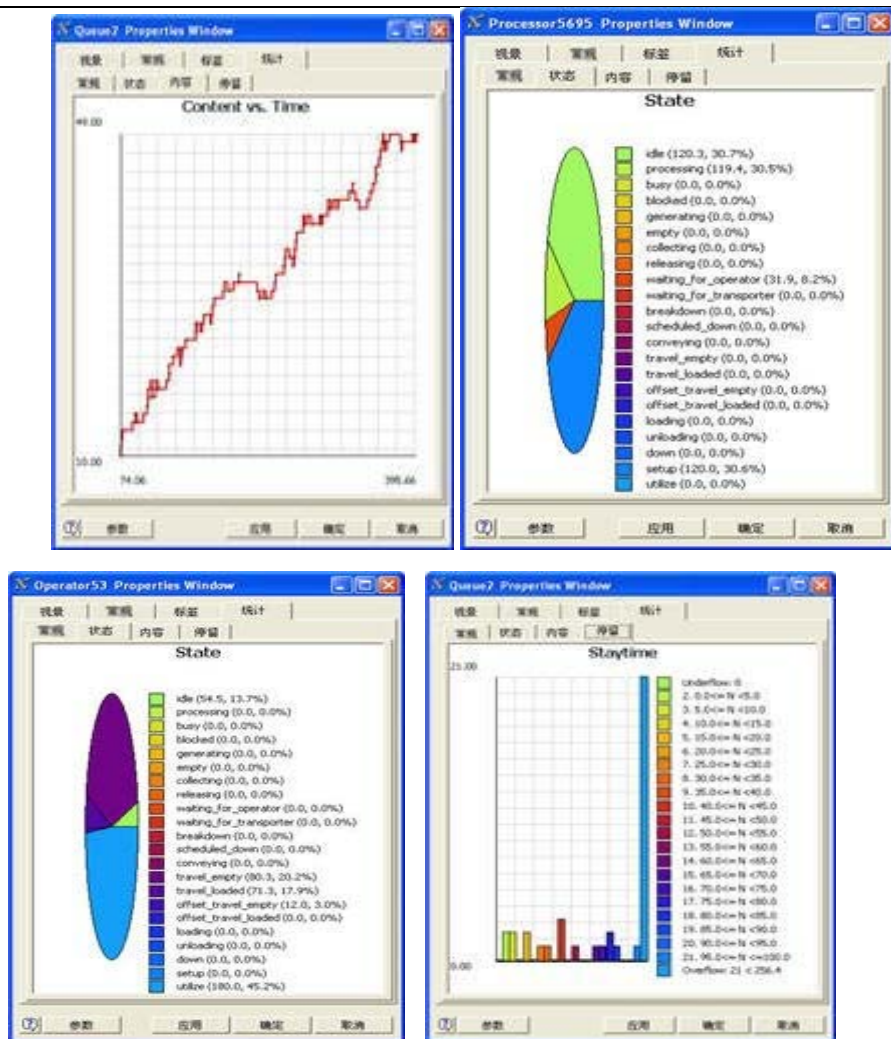


图 3-31 仿真运行时的各种图表

运行表明如果添加一个或更多操作员，模型运行更好。当添加第三个操作员时，尽管临时实体仍然会在输入处的暂存区中堆积，但却可能是系统的最佳配置。

从库中拖出一个图标即可再添加一个操作员。按住“A”键点击拖动，连接分配器与操作员。编译、重置、保存，然后运行。

3. 4 向模型 2 中增加 3D 数据显示

步骤 1: 装载模型 2 并编译

步骤 2: 将模型另存为“Model 2 Extra Mile”，并打开统计收集选项

找到菜单选项“文件>另存为”将模型用一个新名称保存。在开始进行修改前，确保已经采用菜单选项“统计 >统计收集>所有实体打开”为所有的实体打开了统计收集选项。要显示柱状图和当前数量图（见第 2 课，Flexsim 相关概念一节）就必须打开统计收集选项。

步骤 3：添加一个记录器来显示暂存区的当前数量

从库中拖出一个记录器放到发生器实体的左上方，如图 3-32 所示。

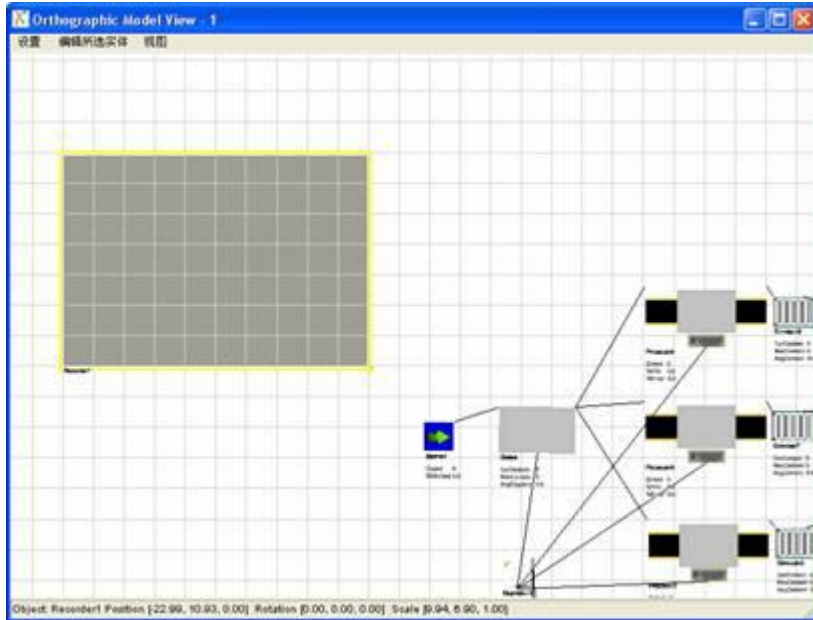


图 3-32

步骤 4：调整记录器的参数来显示暂存区的满意的曲线图

在记录器实体上双击打开它的参数视窗，如图 3-33 所示。



图 3-33 记录器参数

按下数据捕捉设置按钮。在数据类型域段中，选择“标准数据”选项。然后在实体名称域段的下拉菜单中选择那个暂存区。在“选择捕捉数据”域段中，选择“当前数量”（见图 3-34）。

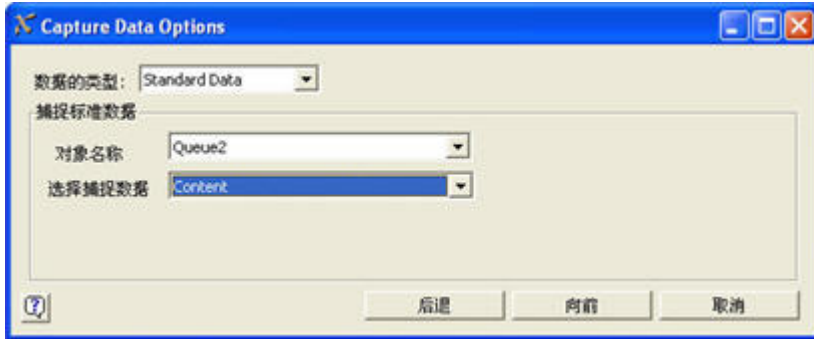


图 3-34 捕捉数据选项

点击“向前”按钮。

步骤 5：设定记录器的显示选项

现在，在记录器视窗上选择显示选项按钮（见图 3-33）。在“图形名称”域段中，键入名称“Queue Content Graph（暂存区当前数量曲线图）”（见图 3-35）。这是一个用户定义的域段，用来定义图形的标题。可以在这里键入任意想要的名称。完成后按完成按钮。

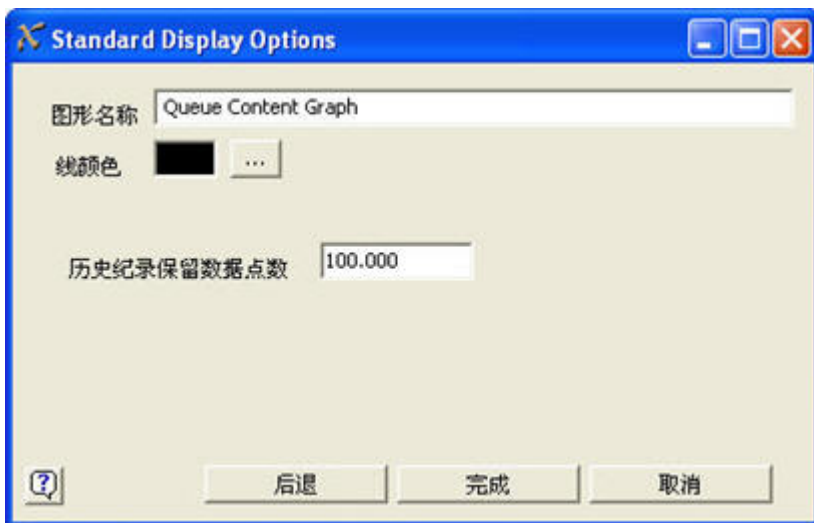


图 3-35 标准显示选项

步骤 6：调整图形的视景属性

图形的视景属性可以在属性视窗中进行编辑，右键点击记录器并选择属性选项可以打开属性视窗（见图 3-36）。

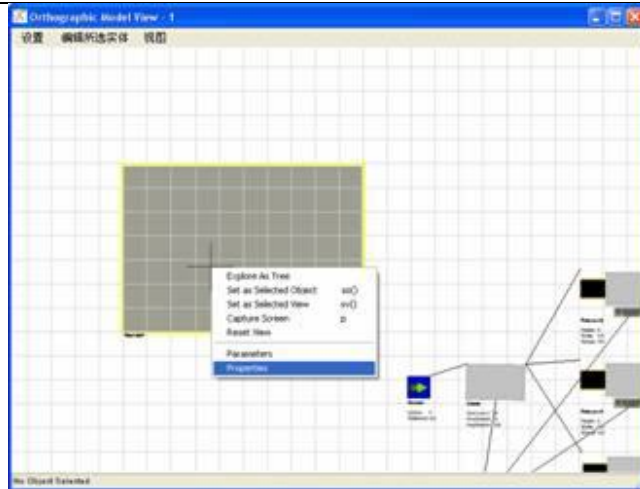


图 3-36 选择属性视窗

在默认情况下，图形是平放在模型地板上的。如果将图表旋转 90 度直立起来视觉效果将会很好。改变记录器的旋转和高度参数就可以实现（见图 3-37）。



图 3-37 记录器属性

将“Z”（位置）改为 7.80，将“RX”（X 转角）改为 90。这将会把图表旋转直立起来，而设定的高度将图表的底部处于地板上（见图 3-38）。

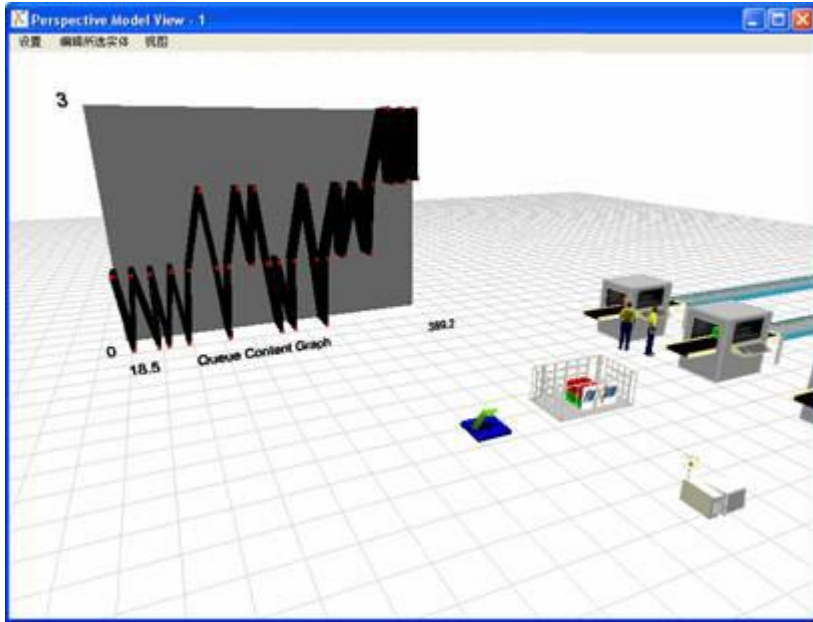


图 3-38 调整当前数量图形

编译模型后，进行重置，并运行，现在应该看到图形显示了暂存区的当前数量随时间变化的情况。如果没有显示，可能需要从“统计>统计收集>所有实体打开”菜单中打开统计历史数据选项。

步骤 7：添加一个记录器来显示暂存区的停留时间柱状图

按照和添加当前数量曲线图一样的步骤，往模型中添加一个记录器作为停留时间柱状图。唯一的区别是，在记录器参数的“选择捕捉数据”中应该选择“停留时间”选项（见图 3-39）。

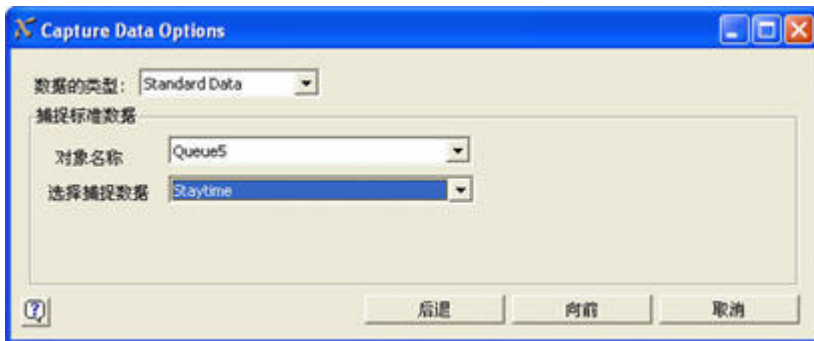


图 3-39 选择“停留时间”选项

将记录器放在紧挨着当前数量曲线图的右边。像步骤 6 中那样选择属性，旋转图形，改变高度位置。然后编译、重置并运行，应该看到像图 3-40 一样的图形。

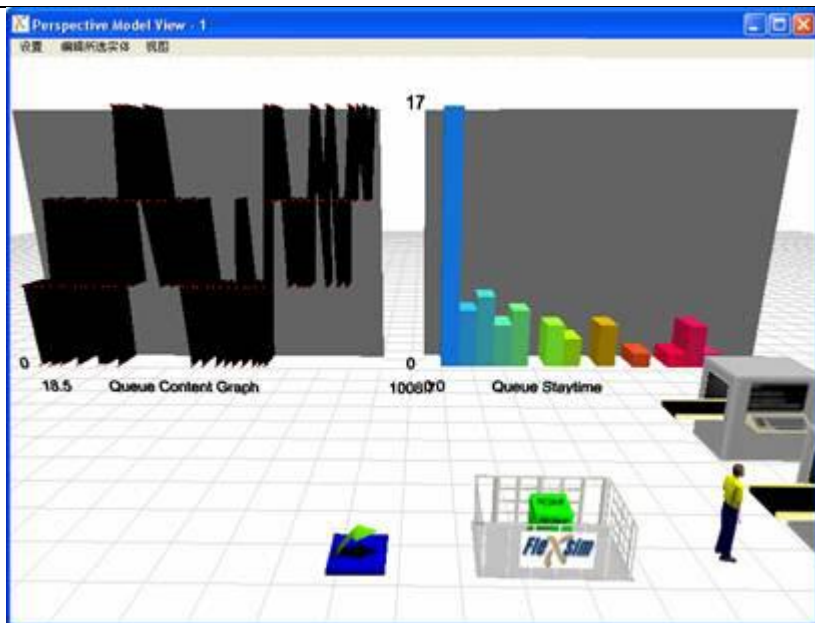


图 3-40 当前数量和停留时间图形

步骤 8：为每个操作员添加一个状态饼图

按照步骤 3-5 的同样的程序为每个操作员添加一个状态饼图。唯一的不同是在选择捕捉数据域段中选择“状态”选项（见图 3-41）。

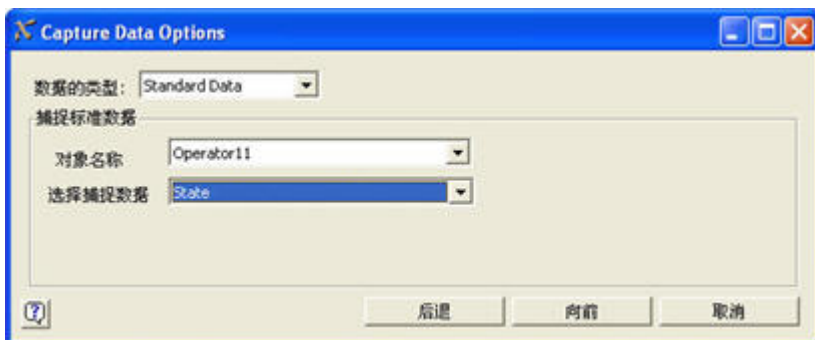


图 3-41 选择“状态”选项

从属性视窗中将两个图形都调整为 5×5 的大小（见图 3-42）。

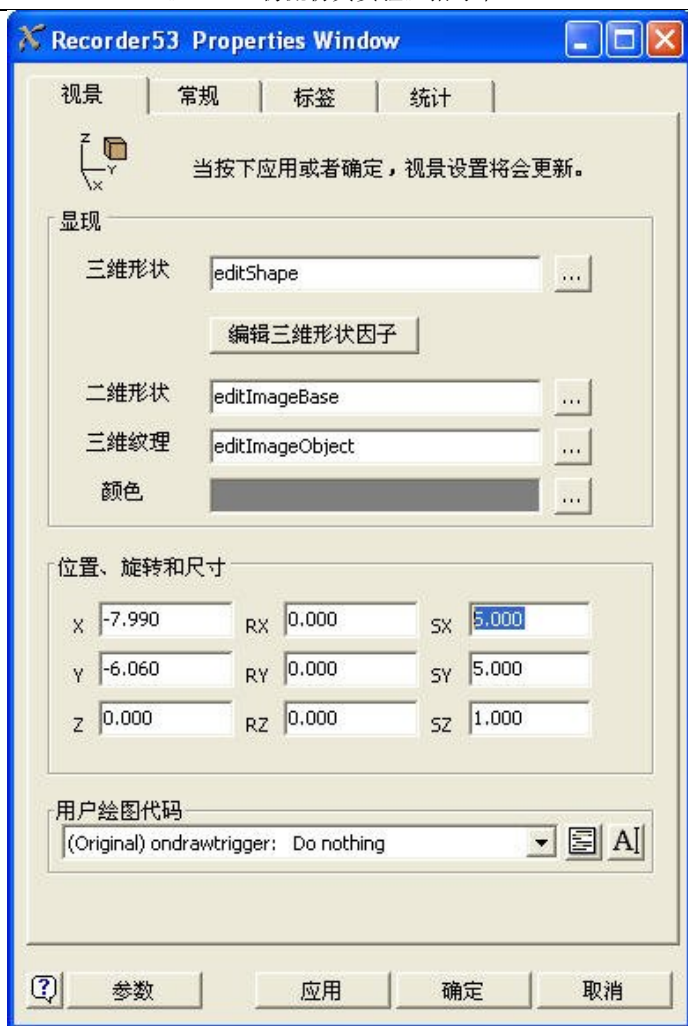


图 3-42 将图形的尺寸设定为 "SX" 5 和 "SY" 5

让两个饼图平放在地板上。不需要改变它们的转角值。然后编译、重置并运行，应该看到像图 3-43 所示的那样的饼图。

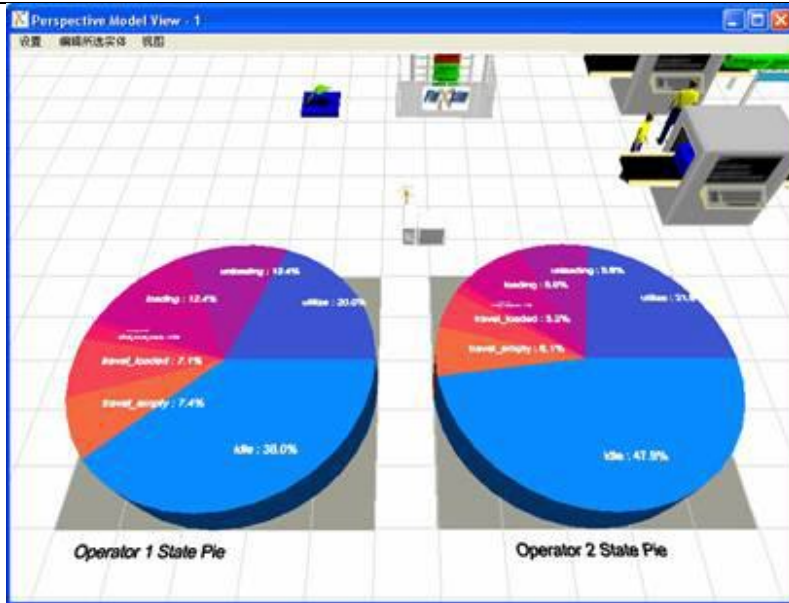


图 3-43 操作员 1 和操作员 2 的状态饼图

步骤 9: 给模型添加 3D 文本

另一种往模型中添加信息来在模型运行中显示绩效指标的方式是,在模型布局的某些战略点上放置 3D 文本。采用可视化实体,在视景显示中选择“文本”选项就可以实现此操作。在这个模型中,将要添加一个 3D 文本来显示“Conveyor Queue”中的临时实体的平均等待时间。

拖出一个可视化工具实体到模型中,并放置到输送机暂存区旁边(见图 3-44)。

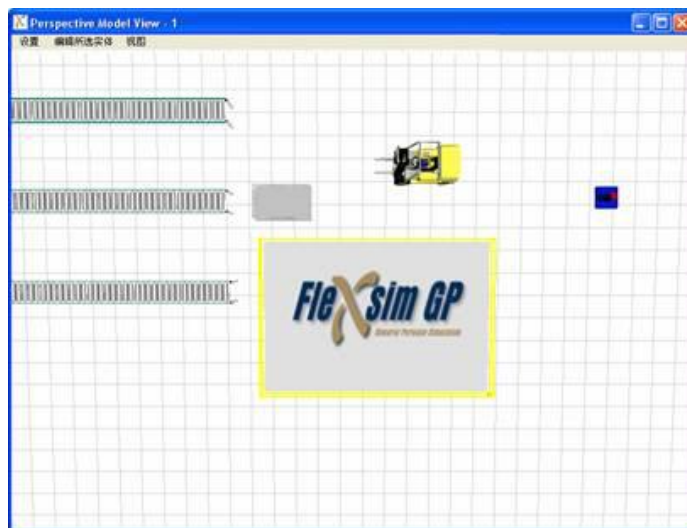


图 3-44 可视化工具实体

可视化工具的默认显示是一个 Flexsim 标志图案的平面。在可视化工具上双击打开其参数视窗（见图 3-45）。



图 3-45 可视化工具参数

在视景显示中选择“文本”选项。现在可以定义文本参数了。在文本显示下拉菜单中选择“Display Avg StayTime”选项（见图 3-46）。



图 3-46 文本显示下拉菜单

然后选择代表模板按钮来改变显示的文本，改为“The average staytime of the Conveyor Queue is: (输送机的暂存区的平均等待时间是:)”，如图 3-47 所示。

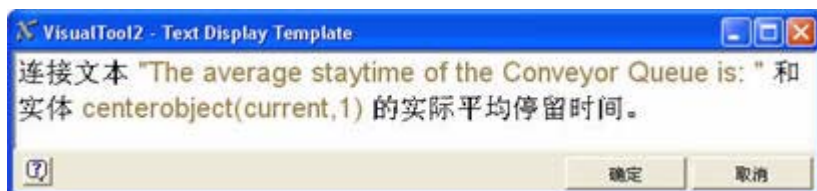


图 3-47 定义 3D 文本的显示

将会注意到，在显示字符串的末尾由一个指向“centerobject(current,1)”表述的引用（见图 3-47）。这个引用用来告诉可视化工具查找要显示的数据。centerobject(current,1)的意思是显示连接到可视化工具的第一个中间端口的实体的平均等待时间。这就意味着必须在输送机暂存区和可视化工具实体之间建立一个中间端口连接。这可以通过按住键盘上的“S”键并点击可视化工具拖

动到输送机暂存区的操作来实现（键图 3-48）。要点击可视化工具，可直接点击所显示的 3D 文本。如果点击到字母之间的空白上可能不能正确建立连接。

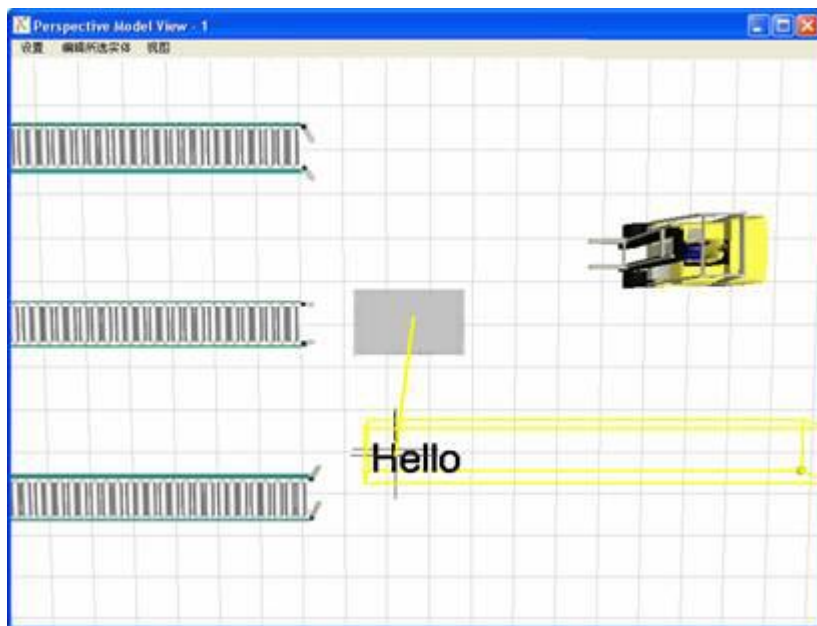


图 3-48 连接可视化工具和输送机暂存区

编译了模型后，将会在模型视图中看到文本（见图 3-49）。

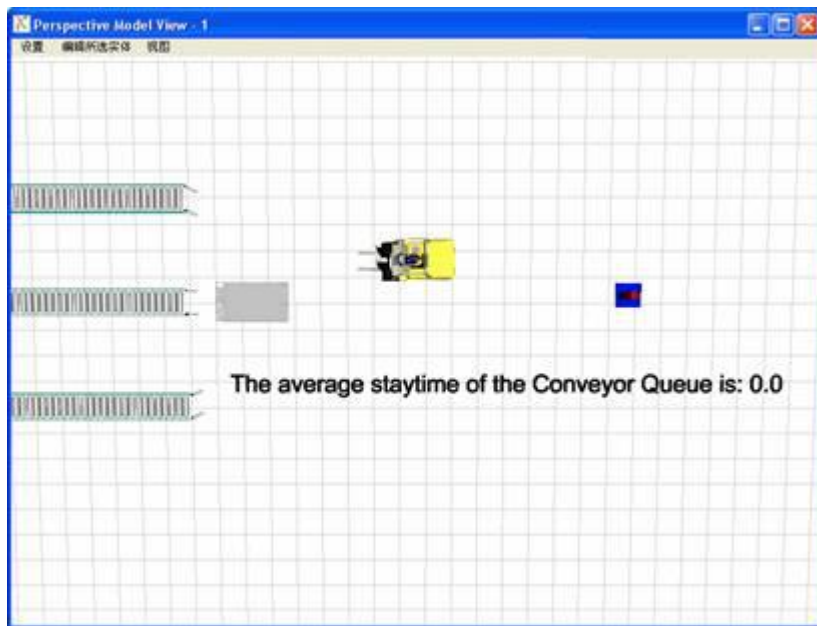


图 3-49 模型视图中的 3D 文本

到此，用户可能想要调整文本的显示。文本的尺寸默认设置为 1，可能想要让它变小点。也可能想要文本悬在暂存区上空。

要想把文本尺寸变小，在可视化工具的文本参数中键入想要的尺寸，这里为 0.5（见图 3-50）。同时，将厚度调整到 0.1，这样给文本一个 3D 的外观。



图 3-50 调整文本的尺寸和厚度

在可视化工具视窗的左下角，选择属性按钮打开属性视窗（见图 3-51）。

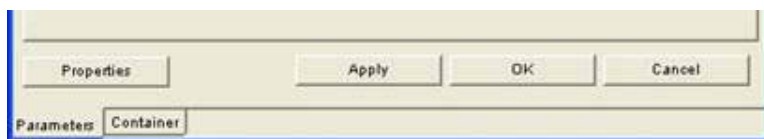


图 3-51 属性按钮

在属性视窗中，用“RX”域段将文本旋转 90 度（见图 3-52）。

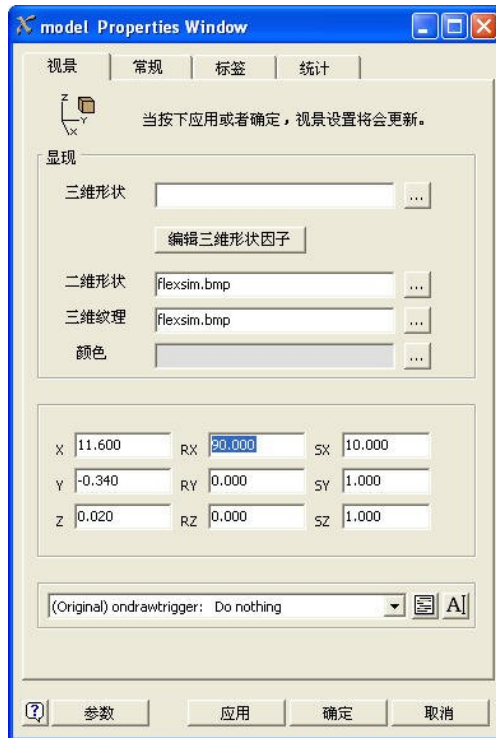


图 3-52 将文本旋转 90 度

在参数和属性视窗中按“确认”按钮。现在模型中的文本就被旋转了。用鼠标按照意愿来选择和放置文本。记住，可以通过并用鼠标左右键选择文本并前后移动鼠标来控制文本的高度，或者选择文本然后滚动鼠标轮来上下移动文本（见图 3-53）。

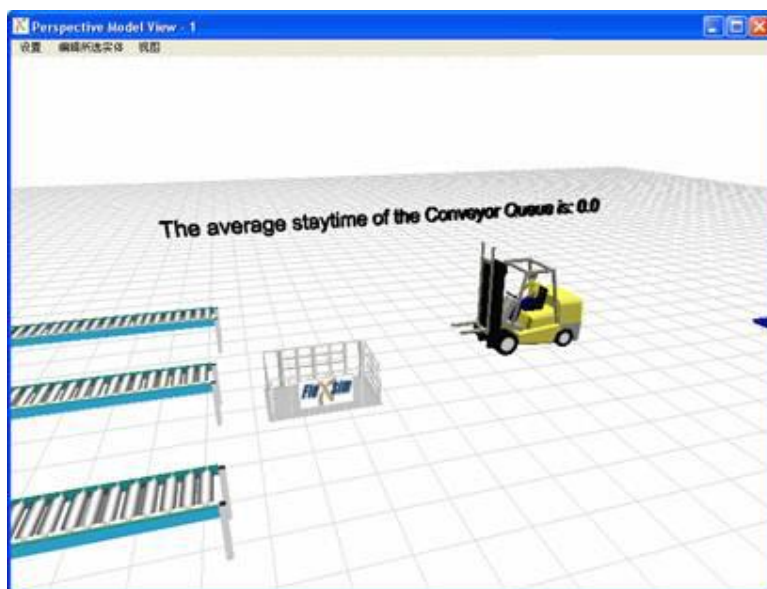


图 3-53 放置 3D 文本

步骤 10：编译、重置、保存和运行

在模型中放置文本，并编译、重置、保存该模型。然后就准备好可以运行模型并查看刚刚添加的图形、图表和 3D 文本了（见图 3-54）。

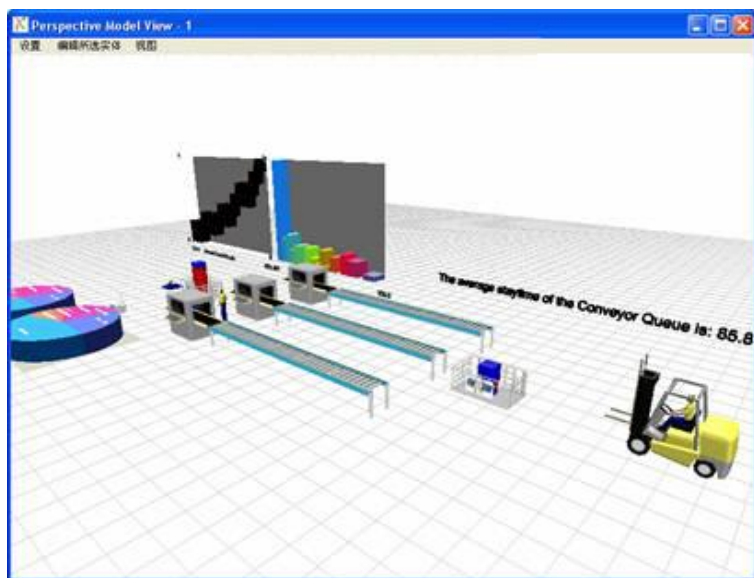


图 3-54 完成的模型

4. 实验报告

Flexsim 基础仿真模型（二）实验报告应包含以下内容：

- 1) 按照 3.3 节的步骤，完善实验 2 的生产系统仿真模型，并将重要数据用 3D 工具显示出来。

实验 4 Flexsim基础仿真模型（三）

1. 实验目的

熟悉 Flexsim 软件的货架、网络节点和样条线节点实体的基本建模方法，掌握 Flexsim 仿真统计报告输出和实验控制器的使用技巧。

2. 实验要求

- 1) 学会如何使用全局表定义路径；
- 2) 学会如何为一个运输机设定行进路径网络；
- 3) 学会如何在一个行进路径网络中创建样条线；
- 4) 学会如何建立一个定制的输出报告；
- 5) 学会如何执行模型的多次运行。

3. 实验内容

3. 1 Flexsim仿真模型 3 描述

在模型 3 中，将用 3 个货架代替吸收器，用来存储装运前的临时实体（见图 3-1）。需要改变输送机 1 和 3 的物理布局，使它们的末端弯曲以接近暂存区。采用一个全局表作为参考，所有实体类型 1 的临时实体都送到货架 2，所有实体类型 2 的临时实体都送到货架 3，所有实体类型 3 的临时实体都送到货架 1。采用网络节点实体，可以为一个叉车建立一个路径网络，当它从输送机暂存区往货架运输临时实体时使用此路径网络。还要用实验控制器来设定多次运行仿真来显示统计差异，并计算关键绩效指标的置信区间。

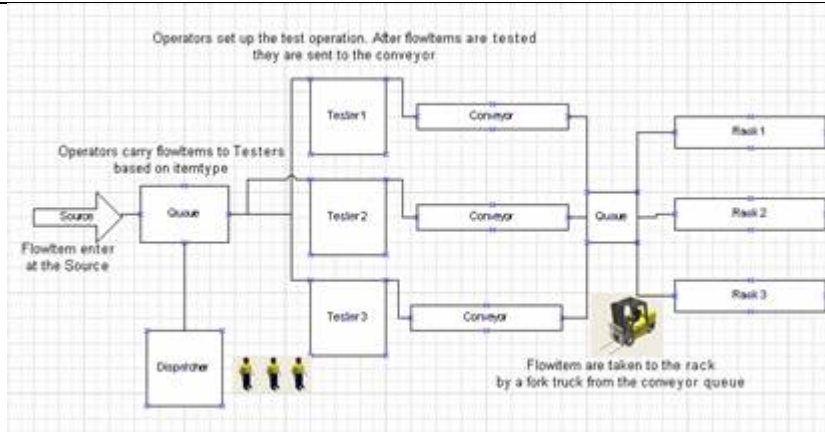


图 3-1 模型 3 图表

3. 2 Flexsim仿真模型 3 数据

修改输送机 1 和 3 将临时实体输送到离输送机暂存区更近的位置。

从输送机暂存区寻径到货架去：使用一个全局表给临时实体指定如下的路径：

实体类型 1 到货架 2

实体类型 2 到货架 3

实体类型 3 到货架 1

为叉车设定一个路径网络，沿此网络在输送机暂存区和货架之间行进。

为漫游式模型展示生成一个漫游路径。

3. 3 Flexsim建模步骤

步骤 1：装载模型 2 并编译

装载模型后，在工具栏上按编译按钮。

步骤 2：重新配置输送机 1 和 3 的布局

使用输送机 1 和 3 的参数视窗中的布局分页，改变其布局，使输送机在末端有一个弧段，将临时实体输送到离输送机暂存区更近的位置去（见图 3-17a 和图 3-17b）。至少需要添加一个附加的弧段来实现此目的。注意，第 2 个分段的“类型”的值是 2，表示它是一个弧形分段。对于类型 1 的分段，可以使用长度、上升高度和支柱数目等参数。对于类型 2 的分段，可以使用上升高

度、弯曲角度、半径和支柱数目等参数。假如有兴趣在此布局分页中实验创建一些复杂的弯曲和倾斜上升的布局，将很有意思！

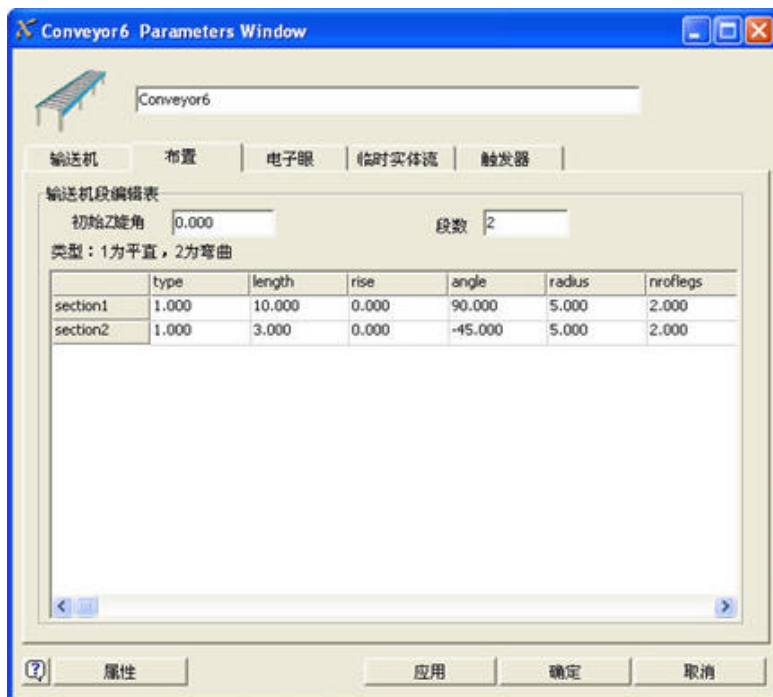


图 3-17a 添加分段来重新配置输送机 1 和 3

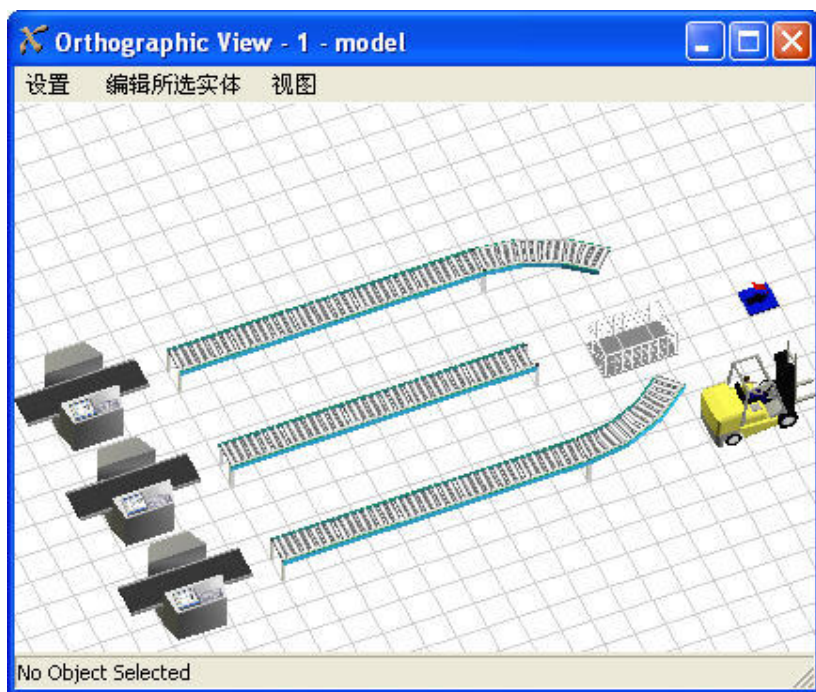


图 3-17b 配置好输送机后安排布局

步骤 3: 删除吸收器

为模型添加货架做准备, 先要把模型 2 中的最后的吸收器删除。选中吸收器, 使它成为黄色高亮显示, 并按键盘上的“Delete”键即可将其删除。当删除一个实体后, 所有从此实体连接出和连接入的连接都同时将被删除。当心, 这可能会影响到与被删除实体相连的实体的端口编号。

步骤 4: 给模型添加 3 个货架

在库中选择货架实体, 往模型中拖放 3 个货架。模型中放入货架后, 创建从输送机暂存区到每个货架的端口连接, 方法是按住“A”键然后从这个暂存区到每个货架进行点击拖动操作(见图 3-18)。

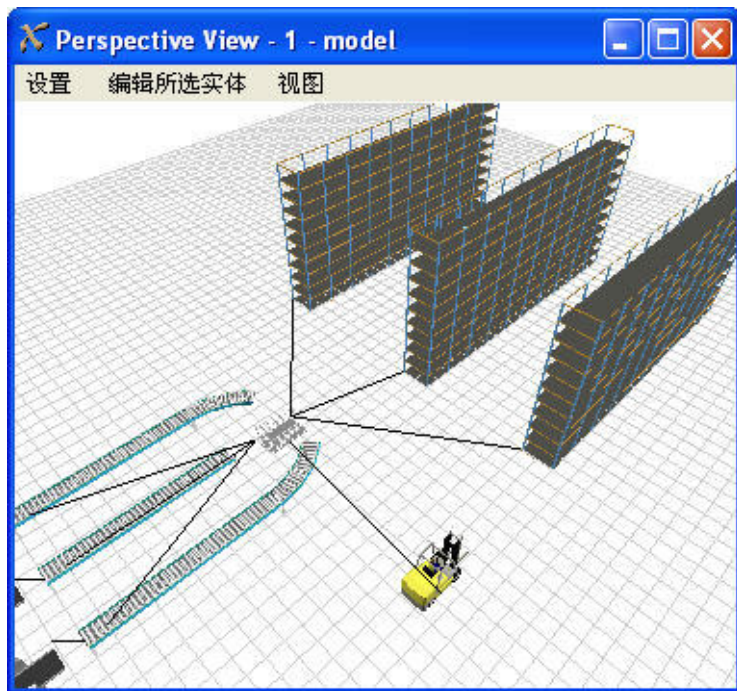


图 3-18 添加到模型中的货架

将货架放置得离暂存区有足够的距离, 以便让叉车在到达货架时需要行进一定的距离。

步骤 5: 设定用来安排临时实体从暂存区到货架的路径的全局表

下一步是设定一个全局表, 用来查找每个临时实体将被送到哪个货架(或者, 更确切的表述为, 临时实体将从输送机暂存区的哪个输出端口发送出去)。这里假设条件是, 输出端口 1 连接到货架 1, 输出端口 2 连接到货架 2, 输出端口 3 连接到货架 3。本模型将把所有实体类型为 1 的临时实体送到货架 2, 所有实体类型为 2 的临时实体送到货架 3, 所有实体类型为 3 的临时实体送到货架 1。下面是设定一个全局表的步骤:

1. 在工具栏中选择全局表按钮。
2. 打开全局建模工具视窗后，按全局表旁边的按钮。全局表的下拉菜单中将会出现默认的表名称。
3. 选择按钮来设定此表。
4. 在全局表参数视窗中，将表的名称改为“rout”。
5. 设定此表有 3 行 1 列，然后点击应用按钮。
6. 将 3 行分别命名为 item1、item2 和 item3，然后填入相应的临时实体要被送到的输出端口号（货架号）。
7. 选择视窗底部的确认按钮。选择全局建模工具视窗底部的关闭按钮。

现在，已定义了全局表，可以调整暂存区上的“送往端口”选项。

步骤 6：调整输送机暂存区上的“送往端口”选项

在输送机暂存区上双击打开其产生视窗。选择临时实体流分页。在“送往端口”下拉菜单中，选择“By Lookup Table（通过查表）”选项。选择了查表选项后，选择代码模板按钮。编辑模板来使用叫做“rout”的表（见图 3-19）。

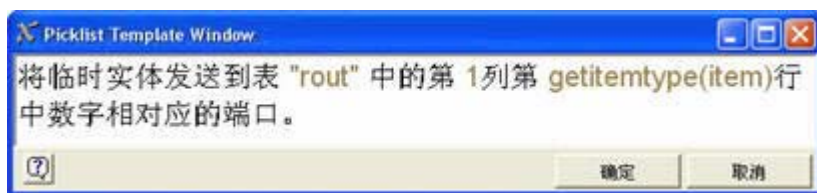


图 3-19 编辑代码模板来使用名为“rout”的表

选择确认按钮关闭模板视窗，然后再选择确认按钮来关闭参数视窗。

步骤 7：编译、重置、保存和运行

到现在为止，最好编译、重置、保存一下模型，然后运行模型来验证对模型的改动。模型应该显示用叉车往货架中搬运临时实体，送往的货架的选择基于在全局表中定义的实体类型。

步骤 8：为叉车添加网络节点来为叉车开发一条路径

网络节点用来为任何任务执行器实体，如运输工具、操作员、堆垛机、起重机等，开发一个路径网络。在前面几课中，已经采用过操作员和运输工具来在模型中任意运输临时实体。到此为止，任务执行器可以在模型中在实体之间的直线上自由地移动。现在，当叉车在从输送机暂存区到货架之间运输临时实体时，想将叉车的行进限制在一个特定的路径上。下面的步骤用来设定简单的路径。

1. 在输送机暂存区和每个货架旁边拖放添加网络节点。这些节点将在模型中成为捡取点和放下点（见图 3-20）。可以在这些节点之间添加附加节点，但是并没有必要这样做。

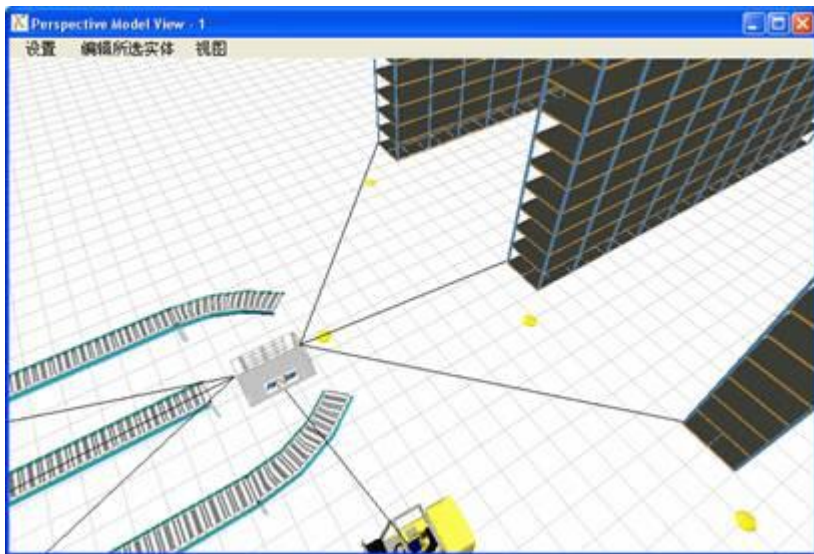


图 3-20 拖放网络节点（黄色点）到模型中

2. 按住“A”键在每个网络节点之间点击拖动一条连线，可以将这些网络节点彼此连接起来（见图 3-21）。建立连接后将会显示一条绿色的连线，表示这两个节点之间的路径在两个方向上都是可以通行的。

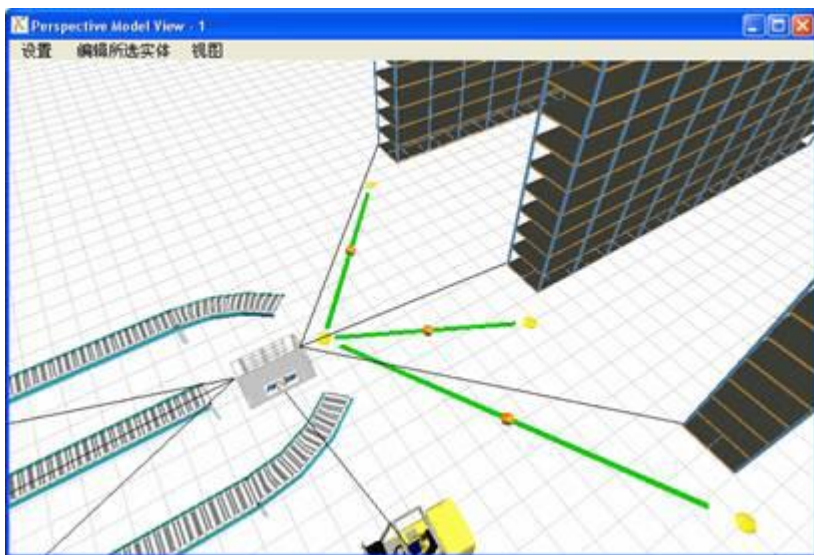


图 3-21 网络节点之间的连接

3. 现在，给输送机暂存区连接一个节点，并给 3 个货架的每一个都连接一个节点。必须这样做，叉车才能知道与模型中每个捡取和放下地点相连的是哪一个网络节点。此连接也是用按

住键盘“A”键然后在网络节点和实体之间点击拖动一条连线的方式来实现。正确建立了连接后将显示一条细蓝线（见图 3-22）。

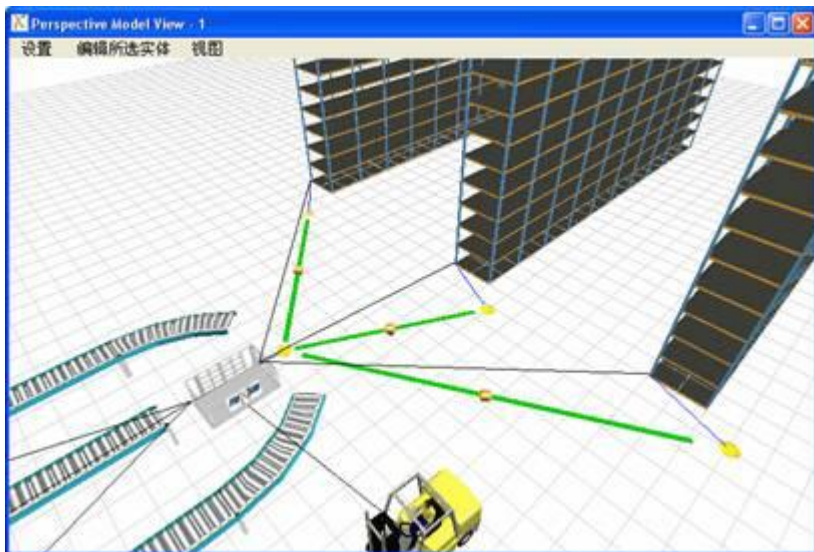


图 3-22 从网络节点到实体的连接

4. 最后一步是将叉车连接到节点网络上。为了让叉车知道它必须采用路径行进，必须把它连接到路径网络中的某个节点上。按住键盘“A”键然后在叉车到一个网络节点之间进行点击拖动操作可以实现连接。建立连接后将显示一条红色的连线（见图 3-23）。所选择的连接到叉车的那个节点将成为每次重置和运行模型时叉车的起始位置。

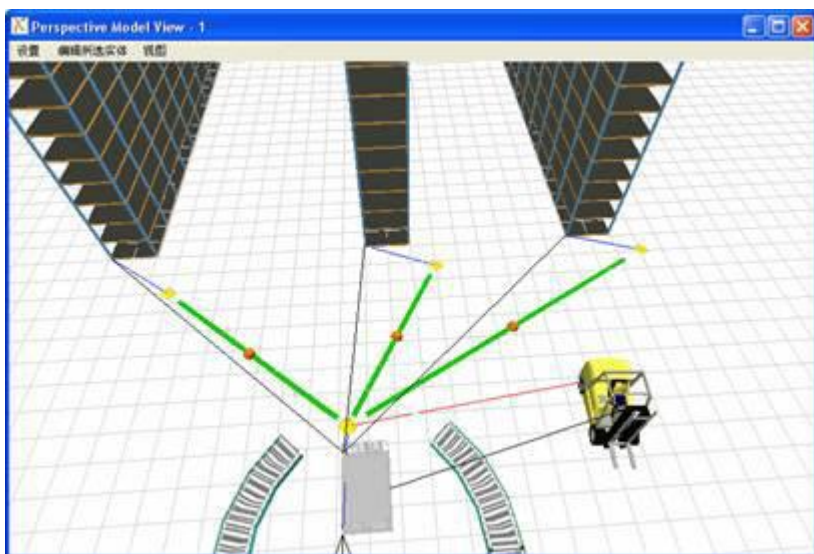


图 3-23 将叉车连接到网络节点

步骤 9：编译、重置、保存并运行模型

现在，可以编译、重置、保存，然后允许模型来查看叉车是否在使用路径网络。

关于偏移的一点说明

在模型运行的时候，可以注意到，在捡取和放下临时实体时，叉车会行进离开网络节点。这是选择了叉车参数中的“装卸时采用行进偏移”选项的结果（见图 3-24）。



图 3-24 选择了装卸时采用行进偏移选项

偏移被叉车用来进行定位到模型中需要捡取或者放下临时实体的位置。这可以使叉车行进到暂存区内来捡取一个临时实体，并行进到特定的货架单元并放下临时实体。如要强制叉车呆在网络节点而不离开路径网络，只要不选中行进偏移复选框就可以了。

路径样条节点

注意，当连接了两个网络节点时，显示一条绿色连接线。在连线的中间有一个样条线节点。可以添加附加的样条线节点，并随意移动这些节点来形成路径上的复杂的弯曲、转弯和斜坡（见图 3-25）。

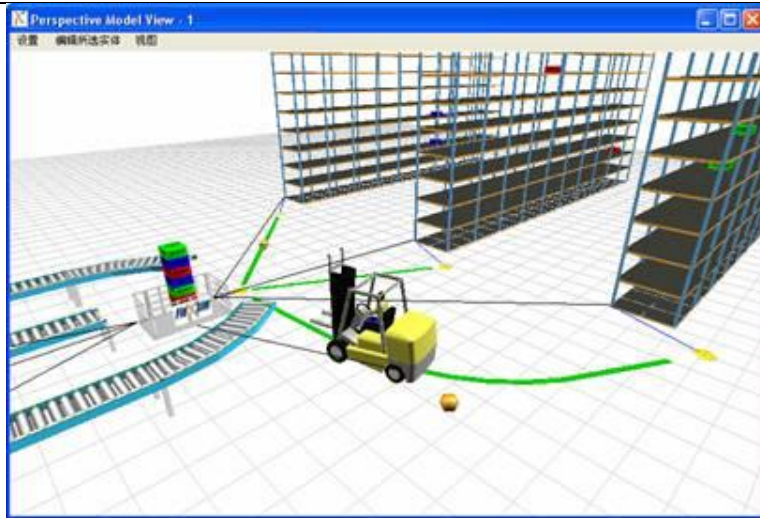


图 3-25 路径样条线节点

路径样条线节点带来了极大的灵活性，同时也减少了建立复杂路径所需要的网络节点数。路径网络自动采用 Dijkstra 算法来确定网络中任意两个节点之间的最短路径。

步骤 10：使用报告来查看输出结果

如要在 Flexsim 中获得相应的特征报告，就必须在模型中选中想要包含在报告中的实体。在运行结束后可以获得报告。要选中实体，可以按住键盘 “Shift” 键然后用鼠标拖动一个选择框包围要报告的实体。当一个实体被选中时，在它周围将显示一个红色方框（见图 3-26）。也可以使用 “Ctrl” 键并点击实体来实现向选中的集合中添加和移除实体。

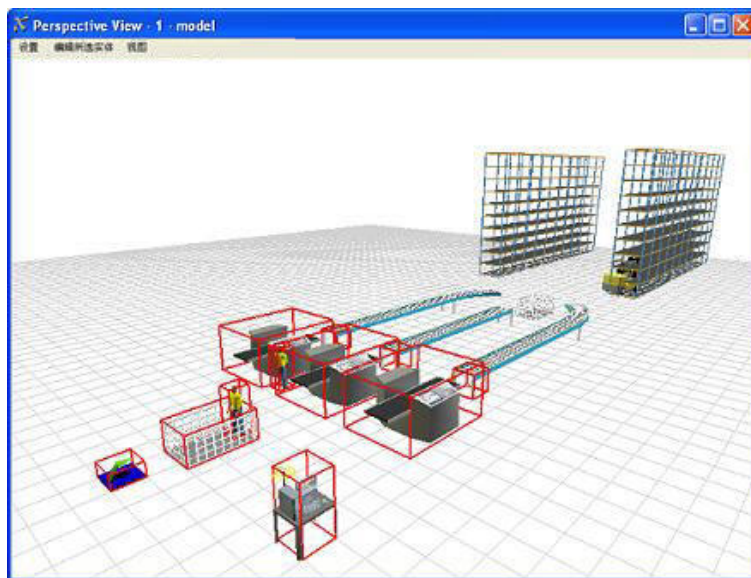


图 3-26 选择实体使它包含在报告中

选择了想要进行报告的实体后，选择菜单选项“统计>标准报告”。



选择了此选项后，将会看到 Standard Report Setup（标准报告设置）视窗（见图 3-27）。



图 3-27 Standard Report Setup 视窗

按生成报告可以生成一个基本报告（见图 3-28，3-29）。如果只需要生成关于所选实体的报告，就不要选择“整个模型的信息报告”复选框。如果需要向报告中添加其它的属性，可以在此界面中添加。报告将输出到一个 csv 文档，并自动用 Excel 显示，或者用用户机器上所默认的用来说明 csv 文档的应用程序来显示。

Microsoft Excel - backreport.csv

File Home Insert Layout Formulas Data Window Help

Find & Replace Paste Sort & Filter Text Tools Conditional Formatting Data Tools

10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35

Page in question for help

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Flexsim summary report														
2	Model Clock: 9671.015														
3	Content														
4	now	min	avg	max	Throughput		Staytime								
5	Source1	1	0	1	0	224	0	15.75	577.66						
6	Queue2	25	0	23.11	26	199	0	542.65	2773.14						
7	Process1	1	0	0.51	1	70	0	42.51	147.77						
8	Process2	1	0	0.54	1	74	0	42.53	150.56						
9	Process3	1	0	0.83	1	62	0	92.17	2094.91						
10	Conveyor6	0	0	0.37	2	70	0	30.4	61.55						
11	Conveyor7	1	0	4.8	17	73	0	381.9	999.89						
12	Conveyor8	20	0	17.81	23	32	0	2006.89	3871.02						
13	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0						
14	Operator1	0	0	0.19	1	130	0	8.17	8.52						
15	Operator2	0	0	0.1	1	69	0	8.17	8.52						
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															

backreport.csv

Ready

图 3-28 基本报告（Microsoft Excel）

选择菜单选项“统计>统计报告”可以创建统计报告。这将生成一个包括模型中所有选定实体的状态报告。

	idle	processing	busy	blocked	generating	empty	collecting	releasing	waiting	for breakdown	scheduled	conveying	travel empty
Source1	0.00%	0.00%	0.00%	60.50%	39.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Queue2	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	0.00%	99.70%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%
Process1	47.80%	37.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.80%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Process2	46.00%	39.80%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Conveyor6	0.00%	0.00%	0.00%	19.70%	0.00%	65.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	16.00%	0.00%
Conveyor7	0.00%	0.00%	0.00%	66.50%	0.00%	26.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	0.00%
Conveyor8	0.00%	0.00%	0.00%	89.80%	0.00%	8.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.20%	0.00%
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%
Operator1	49.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.60%
Operator2	56.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.80%

图 3-29 状态报告（Microsoft Excel）

步骤 11：使用实验控制器进行多次允许

要获取 Flexsim 的实验控制器，可以选择主视窗右底部的实验控制器按钮（见图 3-30）。

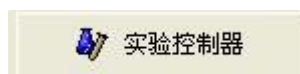


图 3-30

按下按钮后，将出现 Simulation Experiment Control（仿真实验控制）视窗（见图 3-31）。

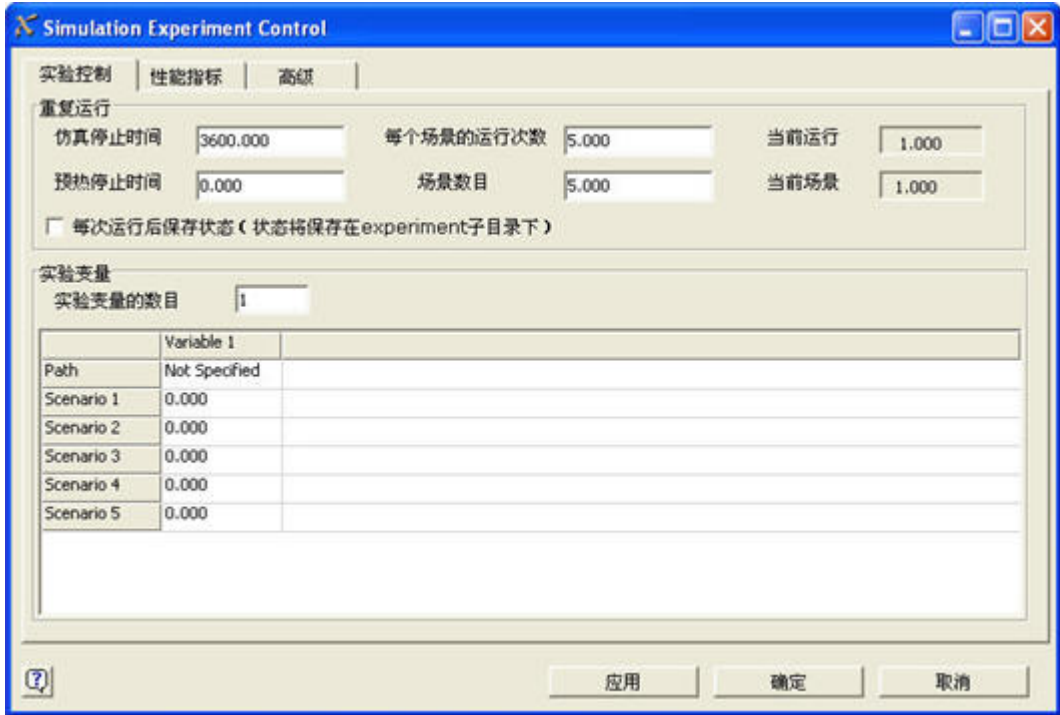


图 3-31 Simulation Experiment Control 视窗

Simulation Experiment Control 视窗用来设定一个特定模型的多次重复运行，和一个模型的多个场景运行。当运行多场景时，可以声明几个实验变量，然后每个场景下想要运行的各个变量的取值。将会计算并显示在绩效指标分页中定义每个绩效指标的置信区间。

4. 实验报告

Flexsim 基础仿真模型（三）实验报告应包含以下内容：

1) 按照 3.3 节的步骤，完善实验 3 的生产系统仿真模型，并利用实验控制器对模型进行多次重复实验。

实验 5 配送中心仿真模型

1. 实验目的

了解配送中心的运作过程，通过 Flexsim 仿真软件对已知配送中心系统建模，并对仿真实验结果展开分析，尝试找出运作瓶颈，提出改进措施。

2. 实验要求

- 1) 根据模型描述和模型数据对配送中心进行建模；
- 2) 分析仿真实验结果，找出配送中心运作瓶颈，提出改进措施。

3. 实验内容

3. 1 货物的入库检验过程模型描述

三种货物以特定的批量在特定的时间送达仓库的暂存区，由两名操作员将它们搬运到相对应的检验台上去，检验时需要操作员对检验设备进行预置，并在完成检验时自动贴上相应的标签。货物经过检验后，通过不同的三个传输带传送到同一个位置。

3. 2 货物的入库检验过程模型数据

发生器：临时实体生成时间表：

到达时间	实体名称	实体类型	数量
20	Product1	1	5
100	Product2	2	4

180

Product3

3

6

要求用不同的颜色标示不同的实体类型

暂存区：最大容量 100

不同的实体送至不同的处理器

需要操作员搬运至处理器

处理器：处理器 1 用于处理类型为 1 的临时实体；处理器 2 用于处理类型为 2 的临时实体；处理器 3 用于处理类型为 3 的临时实体

处理能力：每次一个实体

预置时间(需要操作员)：固定时间 3

处理时间：符合指数分布：Exponential(0,5)

处理完成后，实体 1 被赋予标签 1；实体 2 被赋予标签 2；实体 3 被赋予标签 3

在离开处理器时改变实体大小

传送带：(默认)

吸收器：(默认)

操作员：(默认)

3.3 货物的入库与出库模型描述

货物经过检验后，通过不同的三个传输带传送到一个暂存区。由两辆叉车负责将货物送至不同货架（货架 1 存放货物 3；货架 2 存放货物 1；货架 3 存放货物 2）的堆垛机，再由堆垛机将货物放置于相应货位中。

货物出货的间隔时间由客户确定，并符合正态分布。出货时由堆垛机将相应货物从货架上取下，再经一辆叉车送至一个暂存区，并由一个操作员送至传输带，完成出货。

3. 4 货物的入库与出库模型数据

暂存区：最大容量 100。

临时实体按照查表方式从对应的输出端口送出：

全局表：

Item1	2
Item2	3
Item3	1

需要叉车搬运

货架： 货架 1 存放实体 3；共 10 列 6 层，每格容纳 1 个实体，共容纳 60 个实体，按第一个可用货位顺序存放

货架 2 存放实体 1；共 10 列 5 层，每格容纳 1 个实体，共容纳 50 个实体按第一个可用货位顺序存放

货架 3 存放实体 2；共 10 列 4 层，每格容纳 1 个实体，共容纳 40 个实体按第一个可用货位顺序存放

实体停留时间：符合正态分布：Normal(540,20)

传送带：（默认）

吸收器：（默认）

叉车：最大装载能力 3

堆垛机：（默认）

操作员：（默认）

4. 实验报告

配送中心仿真模型实验报告应包含以下内容：

- 1) 根据模型描述和模型数据对配送中心进行建模；
- 2) 分析仿真实验结果，找出配送中心运作瓶颈，提出改进措施。

实验 6 传送带分拣系统仿真

1. 实验目的

通过建立一个传送带系统，学习 Flexsim 提供的运动系统的定义；学习 Flexsim 提供的 conveyor 系统建模；进一步学习模型调整与系统优化。

2. 实验要求

- 1) 建立传送带分拣系统仿真模型；
- 2) 模拟分拣系统一天 8 小时的运行状况，并完成实验报告中的思考题。

3. 实验内容

3.1 传送带分拣系统模型描述与模型数据

在如下的一个分拣系统中，沿一条传送带传送的货物，根据各自的品种被分别送至不同的操作台，经检验打包后，被取走；检验不合格的货物由一条传送带送往检修处。

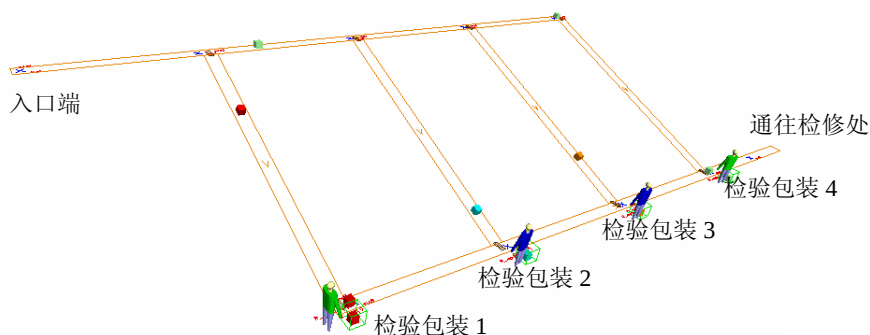


图 3-1

分拣传送带的空间结构图如下：

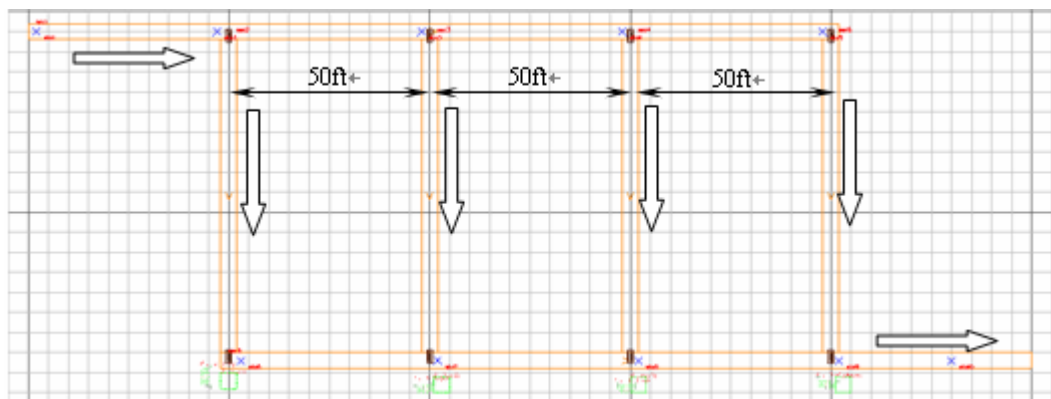


图 3-2 传送带空间布置的俯视图

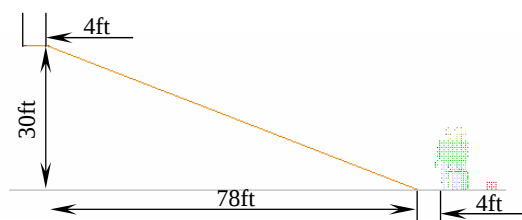


图 3-3

分拣系统的流程描述和系统参数如下：

四种货物 L_a、L_b、L_c、L_d 各自独立到达高层的传送带入口端；

L_a 的到达频率服从正态分布函数 normal 400,50 秒；

L_b 的到达频率服从正态分布函数 normal 200,40 秒；

L_c 的到达频率服从正态分布函数 uniform 500,100 秒；

L_d 的到达频率服从正态分布函数 uniform 150,30 秒；

根据不同货物，分别从四条倾斜的传送带送到下层传送带检验包装处；

每个检验包装操作台需操作工一名，每检验一件货物占用时间大约 1 分钟；

每种货物都可能不合格产品，检验合格的产品放入箱笼，不合格的通过地面传送带送往检修处进行修复；

L_a 的合格率为 95%；L_b 为 96%；L_c 为 97%；L_d 为 98%；

传送带的传送速度选默认速度。

对上述传送分拣系统进行建模，模拟系统一天 8 小时的运行状况，并完成思考题。

3. 2 模型建立帮助与提示

在按照空间结构布置传送带的时候，可以右键单击传送带，选择 parameters 栏，改变栏中 Layout 中的一些参数来调整传送带的尺寸、形状以及方向。

由于在系统中，需要根据不同的货物，分别从四条倾斜的传送带送到下层传送带检验包装处。为了实现这个功能，需要对传送带 flowitem 的输出端口进行相应的设置，按照 flowitem 不同的 type 输送到传送带不同的输出端口。

4 种不同的货物都有自己的检验合格率。每个货物进行检验之后，不合格的产品要进入检修，合格的产品要进入箱笼。也就是说在经过检验工序后要设置产品按数量的百分比通过 2 个不同的 output 输出。

3. 3 实验步骤要求

- (1) 在一个新建的 model 中定义整个系统，并定义 process、source、sink（操作工，队列）等实体及其参数；
- (2) 建立 conveyor 系统，根据空间布置的要求调整各个 conveyor 的位置，根据需要在各个传送带的连接处布置站点，定义各段传送带的参数；
- (3) 定义系统的逻辑流程；
- (4) 运行调整模型，知道模型按照实际系统流程正确运行；

(5) 运行模型，得到数据和图表等多种结果输出；

(6) 根据结果输出对系统进行分析。

4. 实验报告

传送带分拣系统仿真实验报告应包含以下内容：

1) 根据模型描述和模型数据对传送带分拣系统进行建模。

2) 该分拣系统一天的总货物流量约为多少？

3) 按照目前的配置，该系统能够承受的最大日流量是多少？

4) 如果你是该系统的主管，你怎样调整这个系统的物流安排和人员配置

5) 比较 24 小时工作制和 8 小时工作制设定模型运行，看是否是简单的大约 3 倍的关系？是否能发现不同的现象？连续运行一个月，情况又如何？试说明仿真长度对系统分析的影响。

6) 如果该系统中合格的货物被操作工放置在箱笼中，累计每 20 个打一包送走，如何实现这样的逻辑？

7) 在 source 定义窗口中改变 source 到达系统的随机分布函数种类和参数，观察仿真结果的变化，结合有关数学参考书，给出数学上的解释。

实验 7 循径运动系统仿真

1. 实验目的

学习 flexsim 系统的建模,初步掌握轨道小车的定义方法和调度逻辑的实现原理,深入理解运动系统的建模思路。

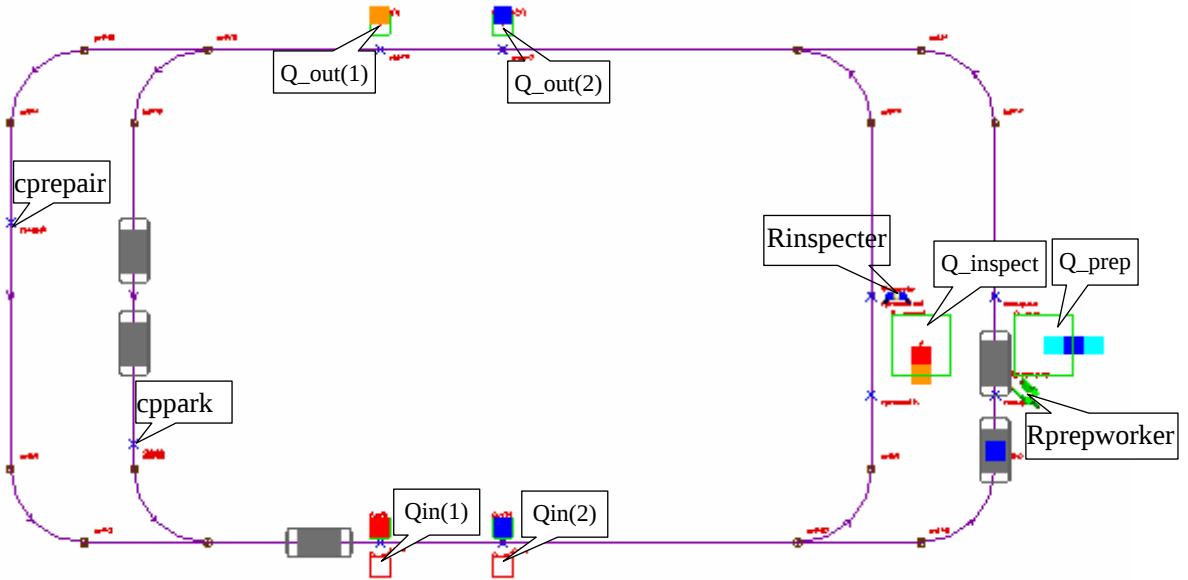
2. 实验要求

- 1) 建立轨道小车循径运动系统仿真模型;
- 2) 完成实验报告中的思考题。

3. 实验内容

3. 1 轨道小车循径运动系统模型描述与模型数据

某工厂车间内,由轨道小车沿轨道完成不同的工件运送过程。轨道的平面布置如下图所示,图中标出了人员和机器的配置情况。



该运动系统的流程描述如下：

- 有四种货物：L_a (normal 400, 50)、L_b (200, 40)、L_c (uniform 500, 100)、L_d (uniform 150, 30) 从系统外到达系统，时间单位为秒；
- 队列 Q_in 是进货口，货物从这里又小车送往后面工序，当没有空闲小车时临时堆放在进货口，出货口用两个 queue 队列模拟，Qin(1)中放置 L_a、L_c，Qin(2)中放置 L_b、L_d；
- L_a、L_c 由小车送往检验工序，由一个操作工进行检验，每件货物检验耗时 1min，经检验，80%的产品合格，再由小车送往出货口，卸货到队列 Q_out 中，20%的产品不合格，由小车送往修整地点，经 2min 的检修，再送往检验处检验；
- L_b、L_d 由小车送往预加工工序，由一个操作工进行操作，每件货物耗时 1min，然后仍由小车送往出货口；
- 出货口货物临时堆放也用 2 个 queue 队列来模拟，检验合格的 L_a、L_c 临时堆放在 Q_out(1)中，预加工后的 L_b、L_d 临时堆放在 Q_out(2)中；
- 当货物临时堆放数量达到 10 件时，批量送往本系统外的其他工序。

小车的调度规程如下：

- 小车在系统开始时刻都在停车处待命；
- 到进货口的两个货物临时堆放地装载货物，运送到检验和预加工地点；
- 将检验和预加工完的货物运往出货口的临时堆放地；
- 将不合格的货物运往检修地点，不下车，直接检修后送回检验处；
- 小车空闲无任务时，到停车处停车等待；
- 有货物到达时可以唤醒停车的小车；

系统计划投入的小车技术参数为：

每辆小车载货容量为 1，小车专载某种货物。

任何货物的装载和卸载时间为 8sec；

小车正常（默认）加速度为 1.5fpss；

小车正常（默认）减速度为 0.5fpss

用 flexsim 软件中的系统建立上述轨道小车运动系统的模型。

在建模之前，需要设定小车的运送方案，即确定该系统运作的一系列工作原则，例如：四种来货如何在两个进货口堆放地堆放？小车专载还是混载货物？小车必须满载还是允许缺载？一辆小车是否可运送到不同目的地的货物？目的地不同时如何安排优先级别？小车单向行驶还是双向行驶？等等。根据你所掌握的情况，设定合适的逻辑难易程度，完成该系统的运送任务就可以了。

尝试设定和比较至少两种不同的运送方案，通过仿真对多种方案的优劣进行对比分析。

3. 2 模型建立帮助与提示

系统方案的比较对不同方面逐一比较。这是一个方案非常灵活的系统，调整系统方案有很大的发挥空间，但初学尝试最好每次改变一种规则，这样易于判断；如同时改变多种规则，可能会使系统的逻辑纠缠不清，反而使你的调整工作事倍功半。

初步建模时，可以将小车容量设定为 1，这样避开大量运送方案中的逻辑规则。等模型其它方面定义调整好之后，再改变小车容量，设定运送方案，重新写逻辑代

码，完成复杂运送逻辑的建模与运行分析。

初学建模，路径设定为单向行驶，以避免路线和逻辑冲突导致模型无法运行下去。

关于经两次检验不合格品需要报废的逻辑，可以通过设定 Process 中 send to port 选项卡中的 Send flowitem to the output number defined by the following percentages 进行设置。

小车在空闲时回到停车场待命的逻辑可以的编写 task sequence 程序进行实现。

3. 3 实验步骤要求

- (1) 建立一个新模型，创建一个 Process 系统和一个 Pathmover 系统；
- (2) 定义 Pathmover 系统，画出路径、控制点，定义小车和小车参数；
- (3) 定义小车的调度；
- (4) 定义 Process 系统的各种实体，如 load、queue、resource 等；
- (5) 定义逻辑流程；
- (6) 调试检查修改模型，使模型的运送逻辑与预期设定的逻辑相符；
- (7) 运行、输出、分析。

4. 实验报告

循径运动系统仿真实验报告应包含以下内容：

- 1) 根据模型描述和模型数据对轨道小车循径运动系统进行建模。
- 2) 在你给定的运送方案中，该系统需要配置几辆小车可以满足该系统的运送需求？你是根据什么参数判断是否满足需求的？这时小车的工作效率如何？
- 3) 对比两种以上运送方案的效果，优化整个系统和小车效率，试分析如何可以提高小车效率。
- 4) 假设小车有两种规格，一种载货量为 2，一种为 4，并假设容量为 4 的小车

价钱比容量为 2 的小车价钱高出 0.5 倍，根据你的系统方案设计和仿真，你认为选择那种容量的小车更适合这个系统？应配置几辆？

*5) 在给定的系统逻辑中，虽然概率很小，但可能会出现这样的情况：某件不合格货物经反复检修仍不合格，因而反复在检验和检修之间往返。而实际中，往往是这样的：当不合格产品经检修后，仍有某种比例的不合格可能，第二次检验不合格的产品报废。如果要使模型在这个逻辑上完善，应该做什么改动？试改写逻辑代码实现这个逻辑。

*6) 试将路径改为双向路径，系统会发生路径冲突，观察系统运行情况，并参考用户手册尝试解决路径冲突。

实验 8 Flexsim 仿真综合实验

1. 实验目的

学习仿真技术在库存管理和库存控制领域的应用，了解库存控制策略仿真的概念，培养复杂系统的抽象建模能力；并在实验练习中学习仿真结果分析的概念和稳态型仿真、终止型仿真，以及置信区间等相关概念，从而加深对仿真技术的全面认识。

2. 实验要求

- 1) 建立轨道小车循径运动系统仿真模型；
- 2) 完成实验报告中的思考题。

3. 实验内容

3.1 综合实验模型描述与模型数据

某企业要投产一条简单的加工线，原材料经过 4 道工序加工成成品，入库存储，按照需求提货出库。由于企业认为市场情况好，认为能制造出来就能卖出去，因此选择了传统的推动式面向库存的生产模式。系统假设和参数如下：

保证原材料 L_{rm} 是充足的；

原材料送至机器 R_{m1} 前，每耗时 `uniform 120,20 sec` 加工出一件半成品；

每加工两个半成品之间需要 1min 的调整时间；

一个原材料能加工出 10 件半成品；

然后依次送到：

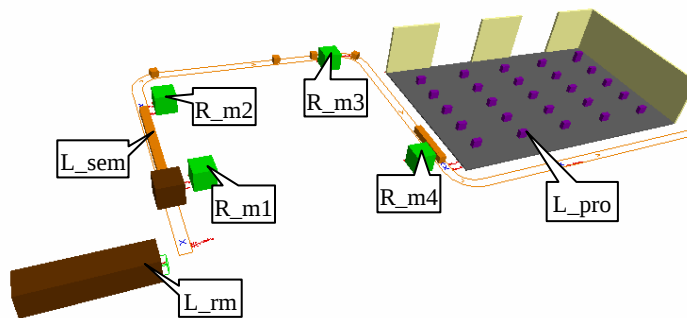
机器 R_{m2} 前，每件半成品加工时间为 `uniform 5,2 min`；

机器 R_m3 前，加工 normal 300,30 sec;

机器 R_m4 前，加工 normal 6,1 min;

最后成为最终产品 L_pro;

当机器 R_m1 加工完一个原材料时，立即从原材料库中提料，保持持续生产；
生产出的产品进入仓库存储；



每次需求的到达时间服从随机分布 uniform 500, 2 min;

系统的平面布置如上图所示：

对这样一个生产库存系统进行建模仿真，分别按 1) 连续 240 小时运行和 2) 每次运行 8 小时，重复 30 次仿真运行，连续监测库存信息，即库存量随时间的变化情况，并统计有无缺货发生，缺货率和缺货量为多少。

(1) 预测认为：每次需求量接近 normal 80,5 的随机分布，分析这个投产方案：规划是否合理？生产中有没有瓶颈？库存随时间的变化是怎样的？

(2) 假设市场扩大需求增长，每次需求量增长为 normal 90,5 的随机分布，仍然采用原来的配置方案，是否还能满足市场需求？为了满足需求从而占领市场，从扩大生产能力的角度如何调整系统的资源配置？

(3*) 假设市场收缩，每次需求量增长为 normal 70,5 的随机分布，如果仍然满负荷生产将导致大量库存积压，如果积压品卖不出必造成巨大损失，这时，应该对库存进行控制，假设采用简单的最大最小库存控制策略，需要在库存达到某最大值时停产，待库存量下降到某最小值时，生产线恢复生产。重新建模描述这个具有库

存控制功能的生产系统，根据仿真结果预测在这样的市场情况下，生产线的生产能力闲置比例有多大？

3. 2 模型建立帮助与提示

(1) 控制第一次售出产品的时刻，避免还未生产出产品即有要货需求，在产生订单的 Source 中注意对到达时间的设定，Arrival at time 0 这个选项前不要打勾（选默认即可）。

(2) 一个原材料加工出多个半成品的（剪切式）过程的实现，可以用 separator 这个 object 来进行逻辑等价实现。

(3) 订单的生成采用 Source 和 Separator 两个 object 完成，其中，Source 用于模拟订单到达时间，Separator 用于把一个订单分解为多个产品。

(4) 库存管理的实现：采用两个 Queue 来模拟仓库和订单需求。当有订货需求时（已经把订单具体分解为产品数量），比较仓库存货，然后从仓库和订单需求两个 Queue 中同时移除一个产品，重复循环。具体可在两个 Queue 的 Triggers 中的 OnEndCollecting 中编程实现这一逻辑。

(5) 编程过程中要在一个 object 中调用或操作另一个 object，因此需要把 object 声明为全局实体指针（Global Object Pointers），否则编译会出错。具体可以点击界面上方的 ToolBox 按钮，然后选择 Global Object Pointers 来设置声明。

3. 3 实验步骤要求

- (1) 将实际问题抽象成两个子系统：生产模块和库存控制模块两个主要的逻辑模块
- (2) 按要求编写生产系统的逻辑代码；
- (3) 编写库存控制系统的逻辑代码；
- (4) 调试模型；
- (5) 运行输出与结果分析；

(6) 系统调整与分析。

4. 实验报告

Flexsim 仿真综合实验报告应包含以下内容：

1) 根据模型描述和模型数据对综合实验进行建模。

2) 如果用面向订单的拉动生产方式取代本实际系统的推动式面向库存的生产方式，则系统的整个运作方案会发生很大的改变，比如，要制定库存控制策略，要改变生产的逻辑规则（即根据库存水平确定生产时间和生产批量）等。请重新设计一套面向订单式的系统模型，制定相应的策略和方案，并建立新的仿真模型。

3) 采用连续查库或者周期查库两种不同的控制策略，会影响系统的运营，相应的库存水平和服务率也会有所不同，可以通过进一步的仿真建模进行两种控制策略的运行结果比较，从而对两种库存控制模式下的库存系统的运营有所认识，并帮助理解仿真技术在库存控制领域的应用。

附录 Flexsim 软件概念学习

1 实体属性和参数

现在更系统地介绍实体属性和参数视窗。每个 Flexsim 实体都有一个属性视窗和一个参数视窗。作为一个建模人员，你需要彻底理解实体属性和实体参数的不同。要访问属性，右键点击模型视窗中的一个实体并选择属性（见图 F-1）。



图 1-1 右键点击模型视图中的一个实体时出现的菜单

1. 1 实体属性

每个 Flexsim 实体的属性都是相同的。在属性中有 4 个分页：视景、常规、标签和统计。每个分页包含所选的 Flexsim 实体的附属信息。

常规属性：常规属性分页包含实体的常用信息，如名称、类型、位置、端口连接、显示标记和使用者描述（见图 1-2）。



图 1-2 常规属性

视景属性：视景分页允许建模者指定视觉特性，如 3D 形状、2D 形状、3D 纹理、颜色、位置、尺寸、转角和用户绘图代码。位置、尺寸和转角反映实体的当前属性（见图 1-3）。建模者可在相关字段中修改这些属性值，也可以在模型界面视窗中用鼠标来改变这些属性。

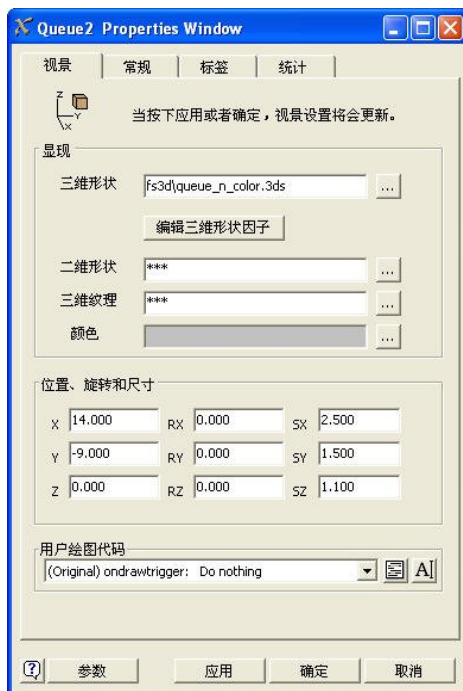


图 1-3 视景属性

标签属性：标签分页显示用户定义的给实体指定的标签。标签是建模人员用来存放临时数据的一种机制。一个标签有两部分，名称和标签值。名称可以任意命名，标签值可以是数字或文字数字（包含文字和数字的字符串）。如需添加一个纯数字标签，点击底部的“添加数字标签”按钮。同样地，如果需要一个标签保存数字和字母，则点击“添加字符串标签”按钮。然后可用该表修改此标签的名称和标签值。

也可以在模型运行中动态地更新、创建或删除标签。此分页将显示所有标签和它们的当前值。所有信息在模型运行中实时显示。这些信息对建模人员测试逻辑、调试模型很有帮助。

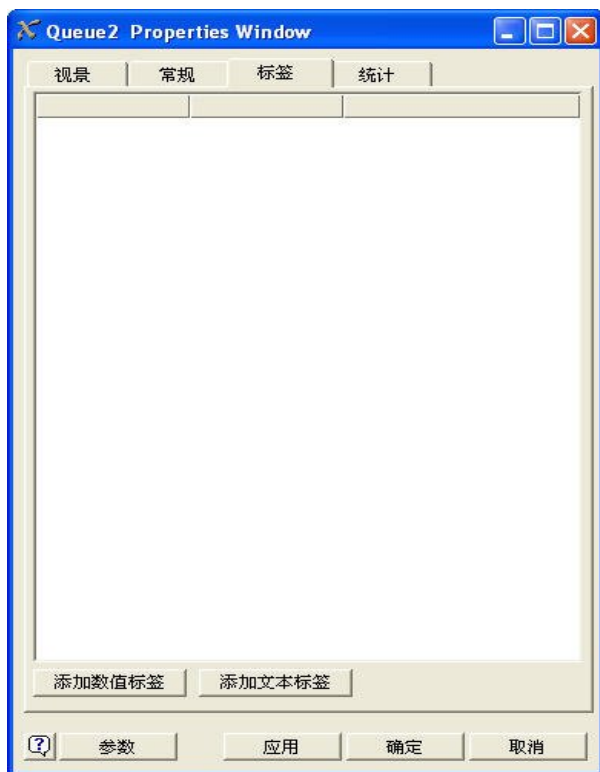


图 1-4 标签属性

统计属性：统计分页显示实体上收集到的默认统计信息。此信息在模型运行中动态地更新显示。当选择此分页时，将出现 4 个附属分页（见图 1-5）。

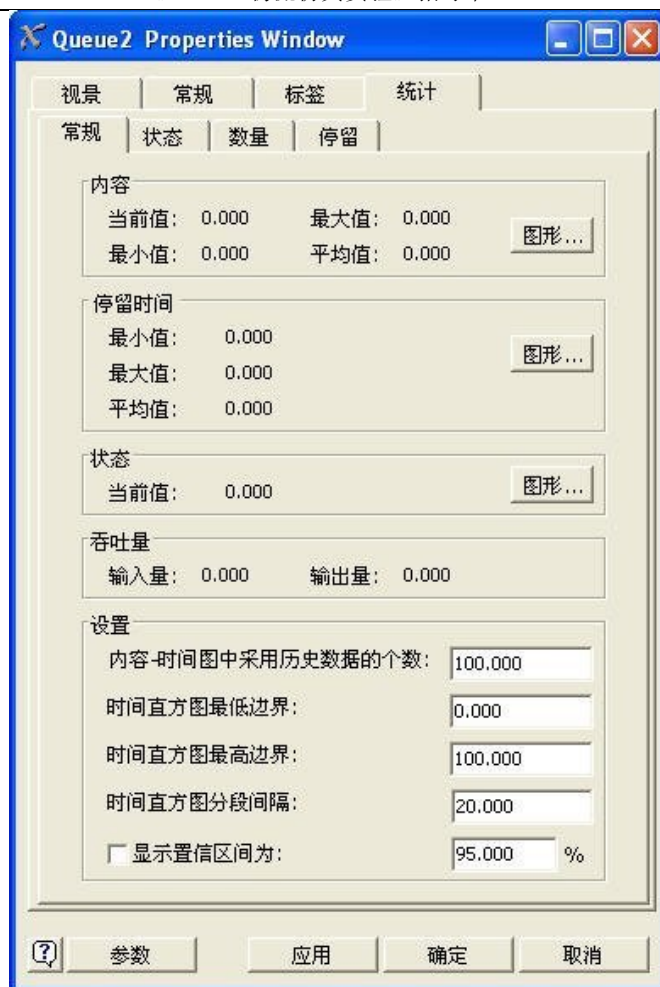


图 1-5 统计属性

统计常规属性: 显示实体的当前数量、停留时间、状态和吞吐量等基于时间的统计结果。“设置”选项允许用户确定显示在当前数量和停留时间图表中的数据个数。

统计状态属性: 状态属性图表显示实体的各种状态占总时间的百分比（见图 1-6）。

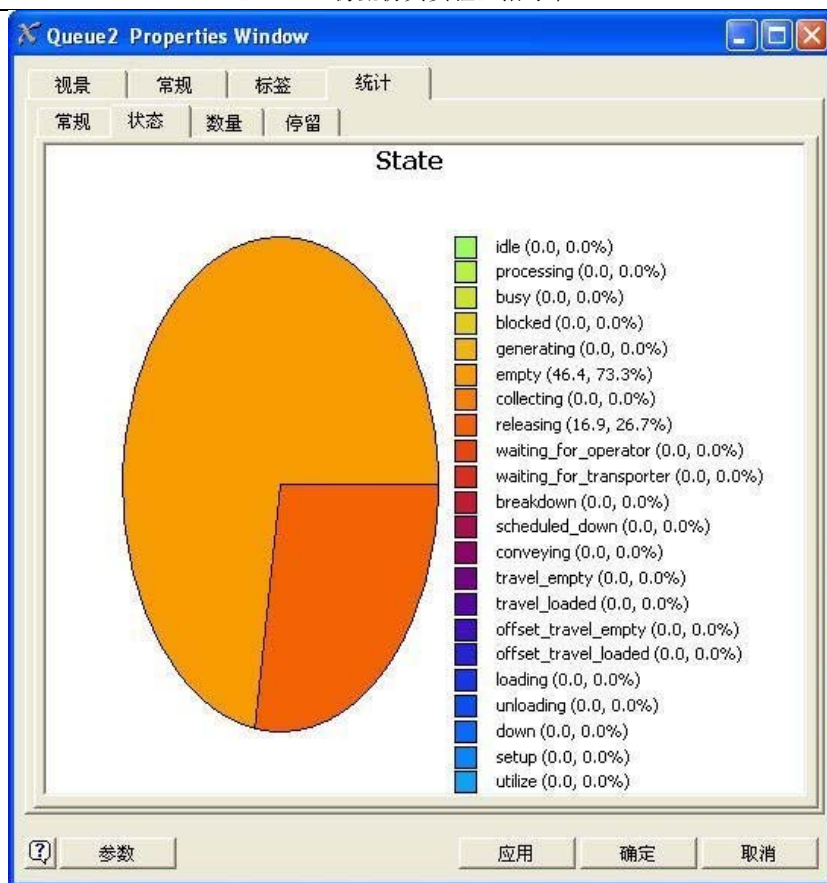


图 1-6 状态图表

状态图表在模型运行中动态地更新。也可选择常规属性统计分页中的图表按钮，即可显示带有图表视图的独立视窗。

统计当前数量属性：当前数量属性图表显示实体当前数量随时间的变化（见图 1-7）。要生成此图表需打开“统计收集”。

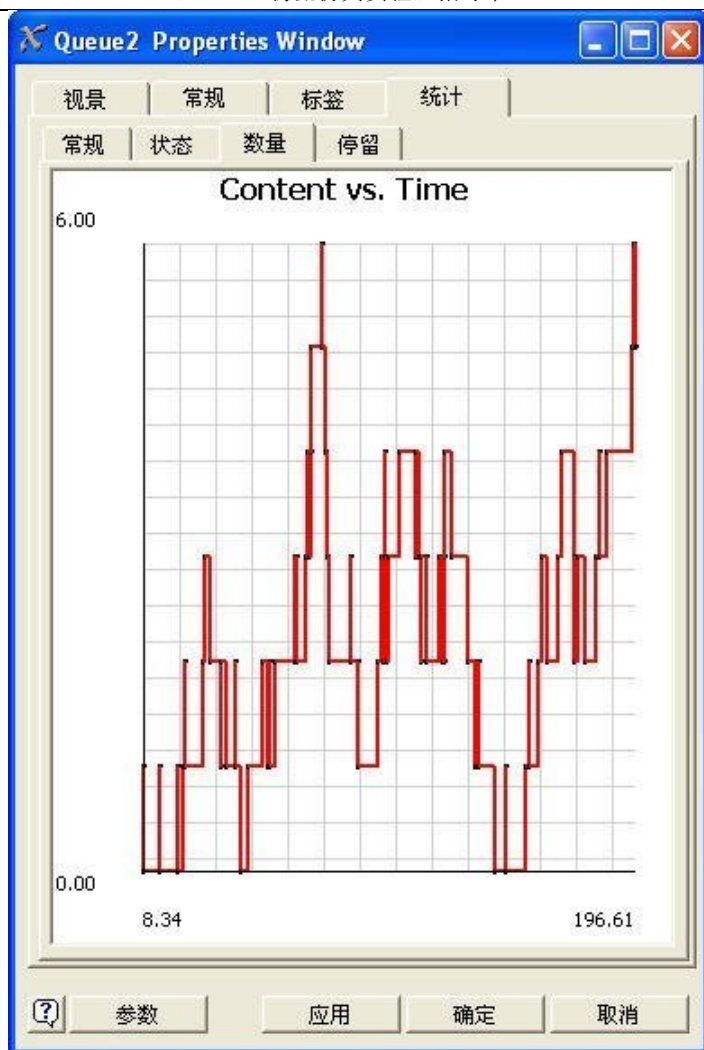


图 1-7 当前容量图表

当前容量图表在模型运行中被动态更新。从常规属性统计分页中选择图表按钮，将显示带此图表视图的独立视窗。

统计停留时间属性：停留时间属性图表显示一个临时实体停留时间的柱状图（见图 1-8）。要生成此柱状图需打开“统计收集”。

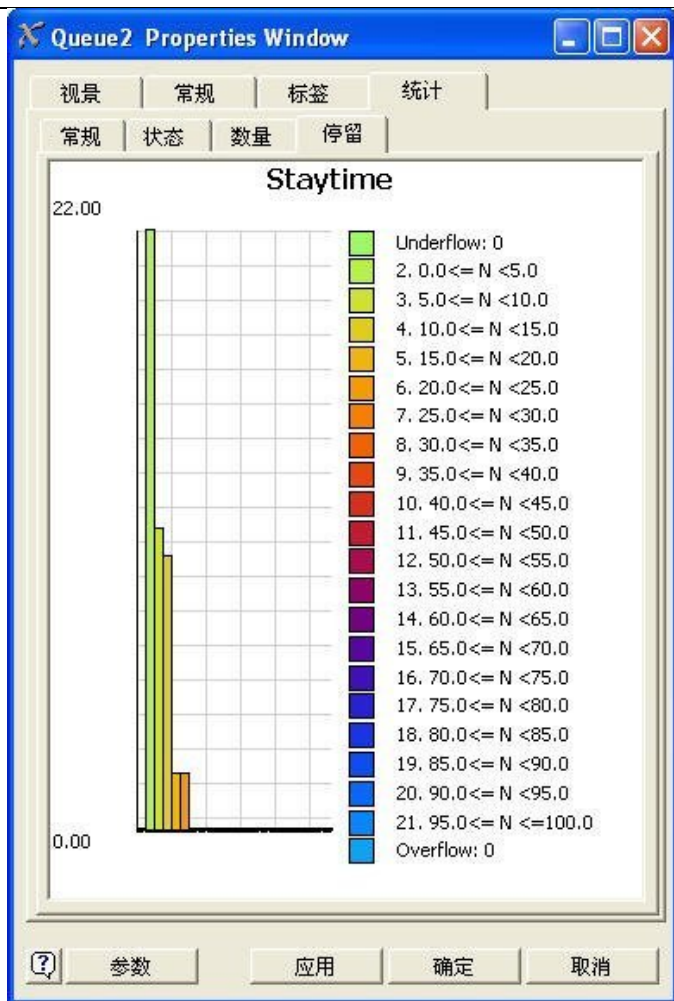


图 1-8 停留时间柱状图

在模型运行中停留时间柱状图动态更新。在常规统计分页中选择图表按钮，将显示一个带有图表视图的独立视窗。

注释：要查看仿真报告、当前数量图表和停留时间柱状图，建模人员必须打开该实体的统计收集选项。由于历史数据储存需要大量硬盘空间，因此历史记录统计是默认关闭的。需要按照下列步骤打开“统计收集”。

第 1 步：选择实体进行统计

需在模型视窗中选择你想要进行统计记录的实体。按住键盘“Shift”键，拖动鼠标框选要进行统计的实体实现此步骤（见图 1-9）。按住“Ctrl”键，然后点击一个实体，可以添加到选定集合中，或者从集合中删除。

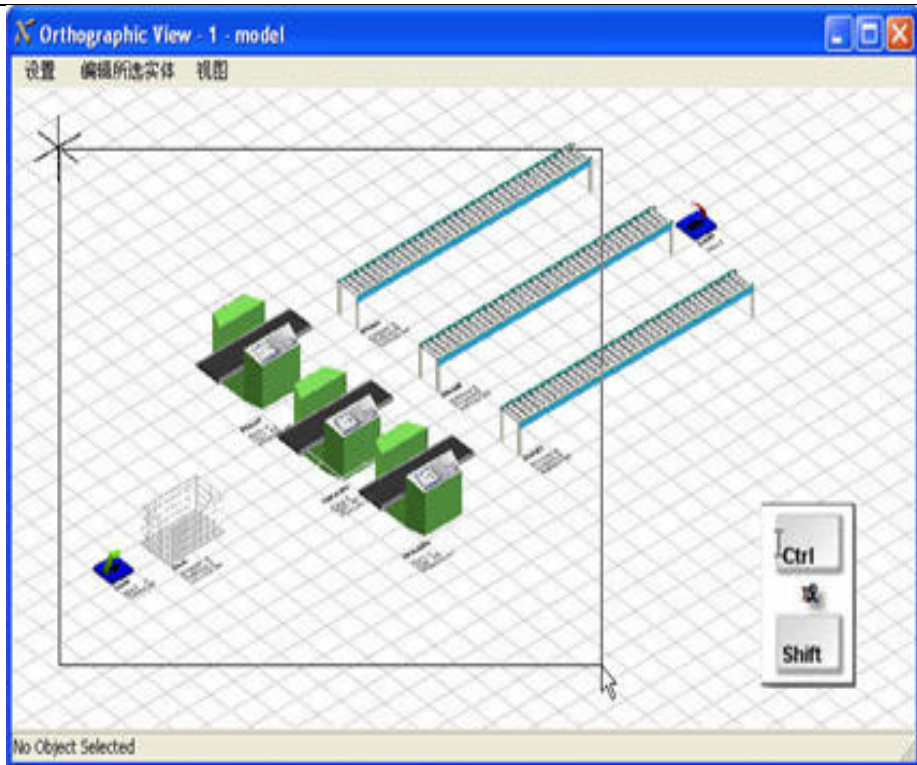


图 1-9 按“Shift”或“Ctrl”键拖动鼠标来选择
一旦一个实体被选中，会有一个红色方框将其框住（图 1-10）。

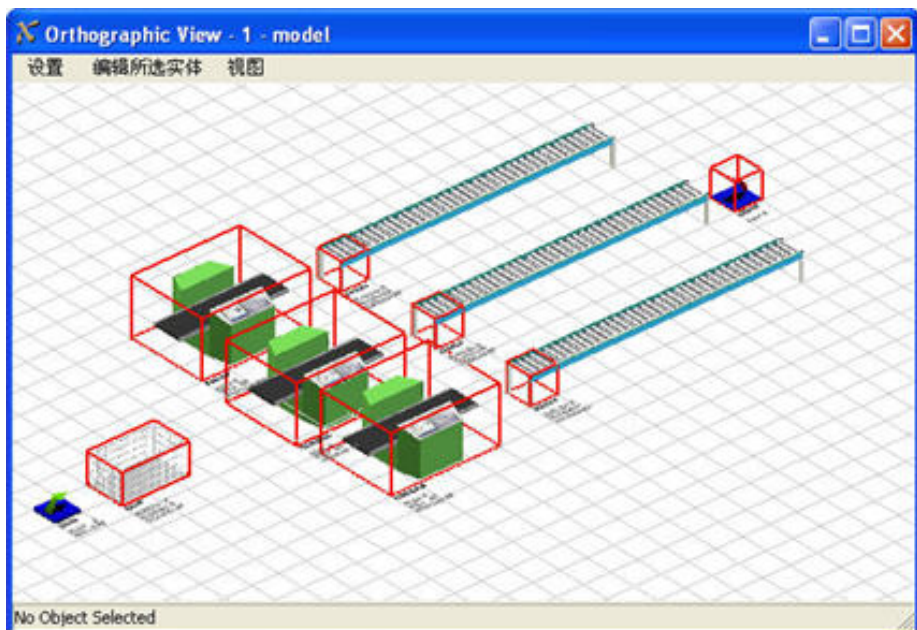


图 1-10 选中的实体

第2步：开始统计

要收集所选实体的历史统计记录，点击统计 > 统计收集 > 选定对象打开，并确认已选中“全局打开”（图 1-11）。



图 1-11 “所选实体打开” 和“全局打开”

打开“统计收集”后，将有一个绿色方框框住正在被记录历史统计的实体（见图 1-12）。可以选择“统计>统计收集>隐藏绿色指示框”来关闭绿色方框的显示（见图 1-13）。

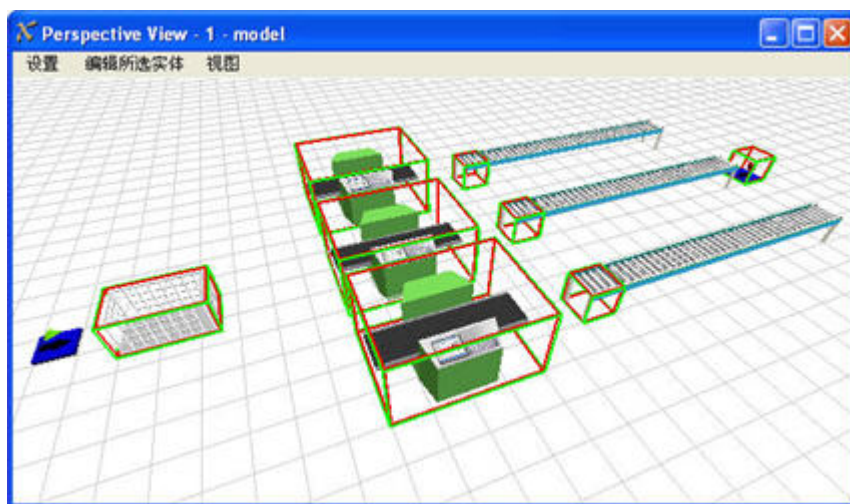


图 1-12 打开历史记录统计的选定实体



图 1-13 隐藏绿色指示框

现在可以运行此模型，并可收集已选定实体的历史统计记录了。

1. 2 实体参数

实体的参数根据所选的实体不同将稍有区别。由于每个实体在模型中都有特定的功能，因此必须使参数个性化以允许建模人员能够尽可能灵活地应用这些实体。所有实体的有些分页是相似的，而另一些分页对该实体则是非常特殊的。关于每个实体所有参数的特定定义可参见 Flexsim 实体库。双击一个实体可访问该实体的参数。参数的版面如图 1-14 所举例例。

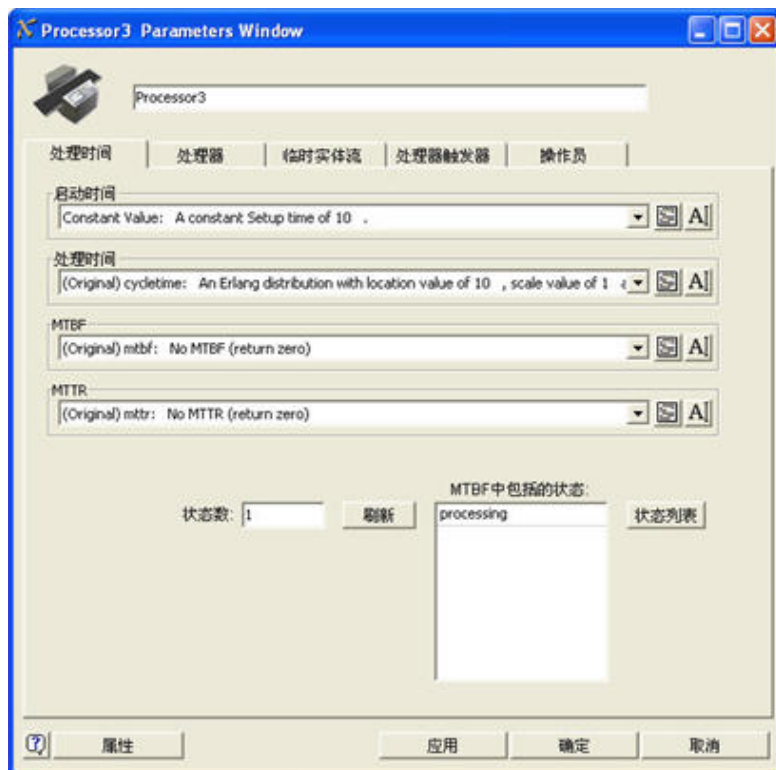


图 1-14 参数

2 样条线

2.1 样条线节点

在 Flexsim 中，在布置行进路径网络的时候使用样条线节点。Flexsim 采用样条线技术提供了一种方便地添加转弯、上升、下降网络路径的方法。

当在模型视图中放置两个网络节点，并采用“A”点击拖动方式建立连接，将显示一条绿色的路径（见图 2-1）。

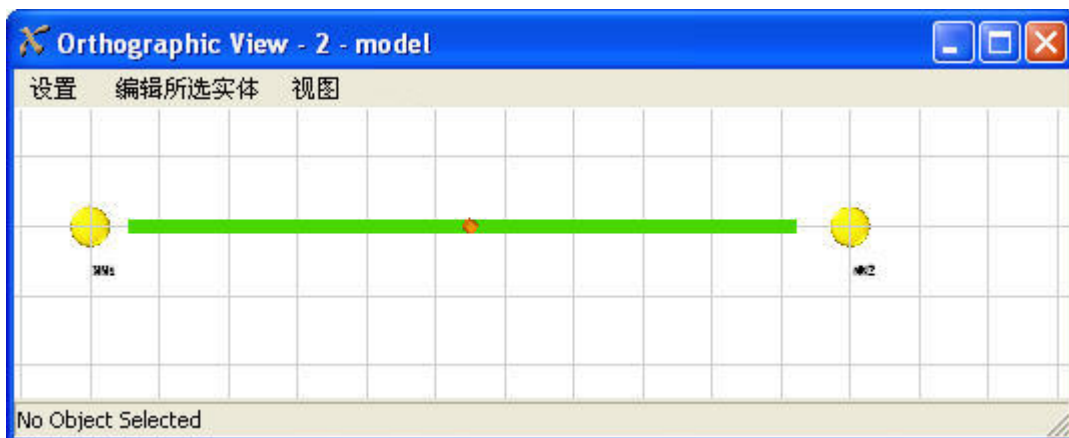


图 2-1 连接网络节点

如果将视景推进样条线节点并在样条线节点上点击保持鼠标键，将显示相关信息（见图 2-2）。

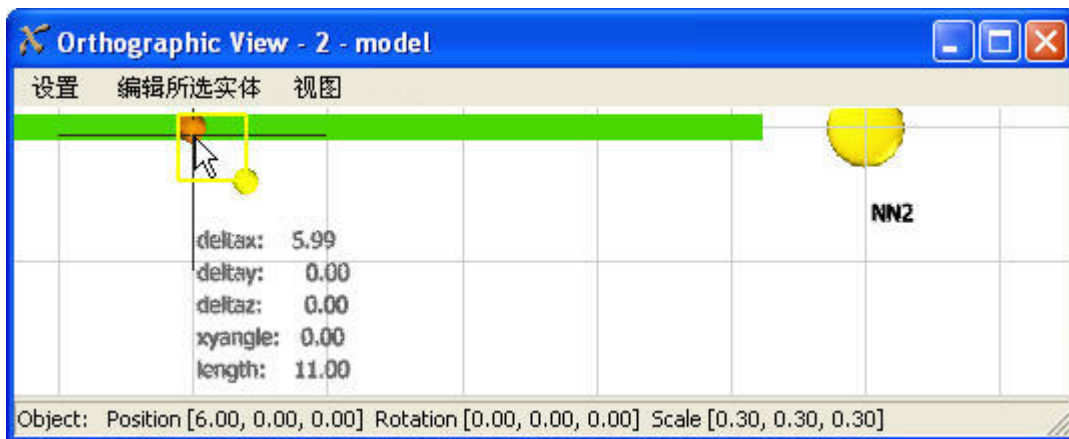


图 2-2 “样条线节点”信息视图

2.2 样条线节点参数

Deltax: 从上一个样条线节点或者网络节点到此节点的 X 方向的差值。

Deltay: 从上一个样条线节点或者网络节点到此节点的 Y 方向的差值。

Deltaz: 从上一个样条线节点或者网络节点到此节点的 Z 方向的差值。

XYangle: 从上一个样条线节点或者网络节点到此节点的 XY 角度。角度从 0 到正负 90 度。

Length: 这是两个网络节点范围之间的样条线的总长。

如要移动样条线节点，用鼠标选中节点球体。将在样条线节点球体周围显示一个黄色的方框。

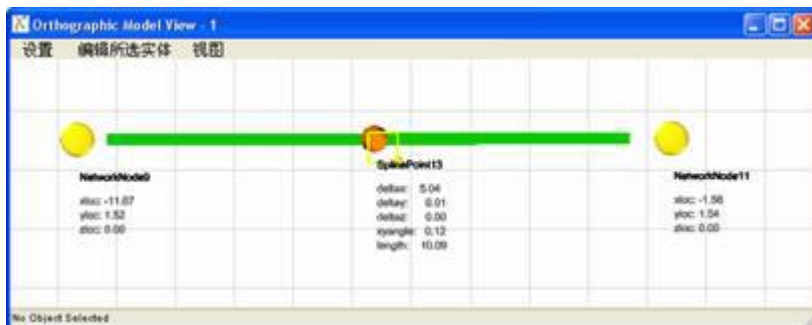


图 2-3 选中样条线节点球体

要移动改变样条线节点的 XY 角度，或者给路径添加一个转弯，只要在模型视图视窗中用鼠标左键点击拖动球体就可以了。如要改变样条线节点的 Z 向高度，选中球体并同时用鼠标左右键点击拖动它即可。向前移动鼠标可以升高样条线节点，向后移动鼠标可以降低样条线节点。也可以用鼠标滚轮来改变样条线节点的 Z 向高度（见图 2-4）。

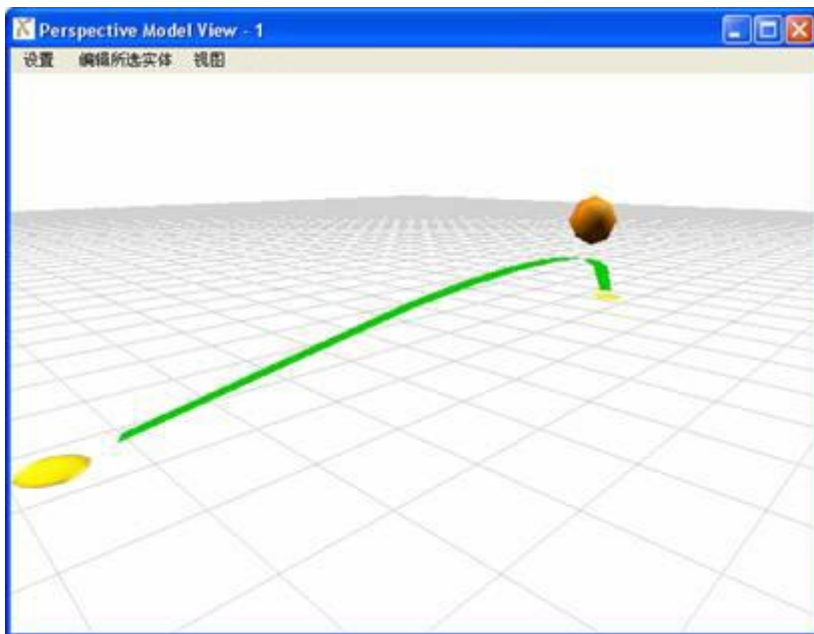


图 2-4 改变样条线节点的 Z 向高度

2. 3 添加附加的样条线节点

可以按住“X”键然后点击一个已存在的样条线节点来给路径添加附加的样条线节点（见图 2-5）。新的样条线节点将添加到所点击的样条线节点与相邻的下一个样条线节点或者网络节点之间的中心点位置上（见图 2-6）。

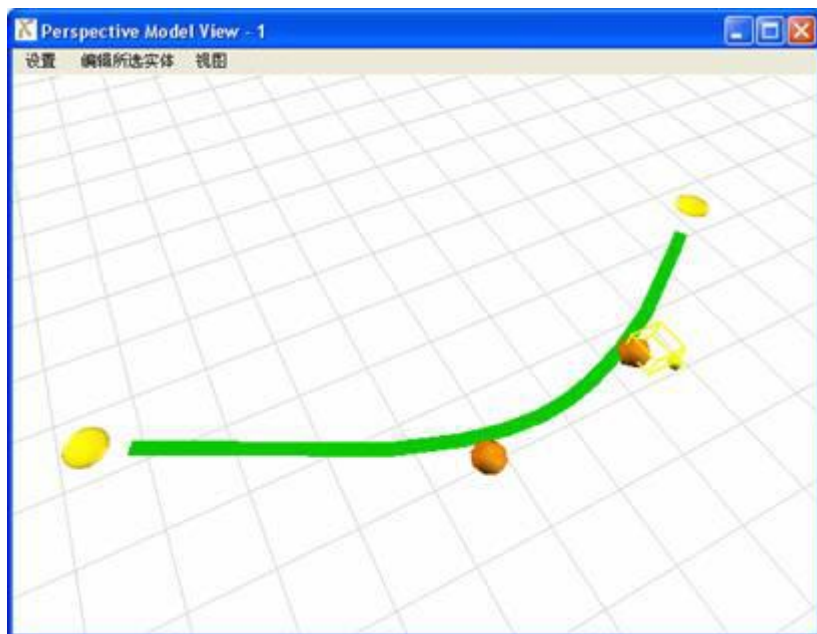


图 2-5 给路径添加一个样条线节点

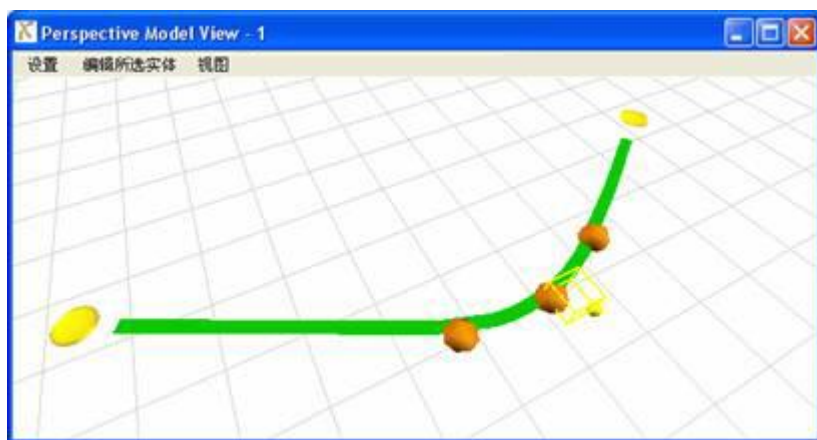


图 2-6 在两个样条线节点之间添加一个样条线节点

一旦给路径添加了样条线节点，这些节点可以单独移动来构造样条线的形状（见图 2-7）。样条线和样条线节点之间的张力可以通过编辑 | 设定样条线张力菜单选项来进行调解。张力默认设定为 1。如果将张力改为 0，则样条线路径将从样条线节点的正中心穿过。

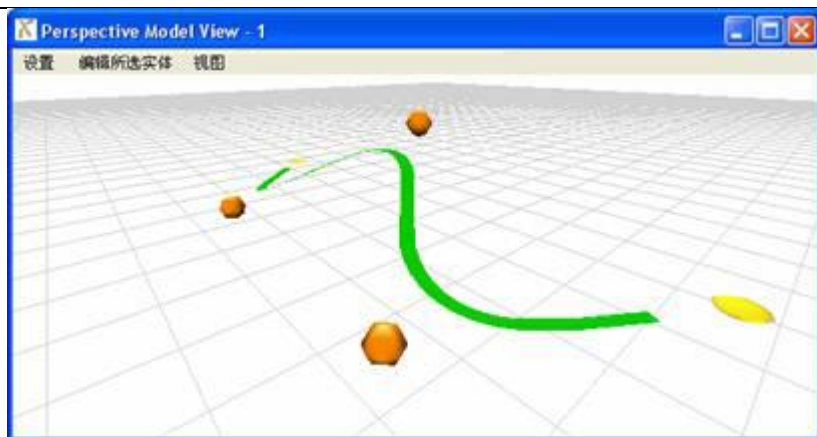


图 2-7 移动样条线节点来构造路径的形状

可以配置网络节点来指定路径的方向。按住“Q”键然后从一个网络节点到另一个相连的网络节点点击拖动鼠标，将禁止那个方向的通行。这会将不再允许通行的路径的侧边用一条红色的线标示出来（见图 2-8）。

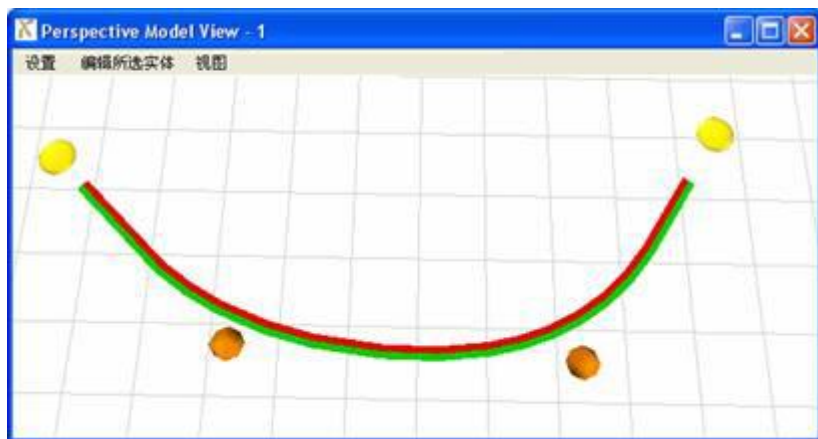


图 2-8 单行线路径

当路径采用了样条线节点进行配置后，使用此路径的行进物将自动沿着所定义的样条线行进。样条线节点球体的显示可以在打开和关闭选项之间切换，操作方法是按住“X”键并点击路径网络中的一个网络节点（见图 2-9）。

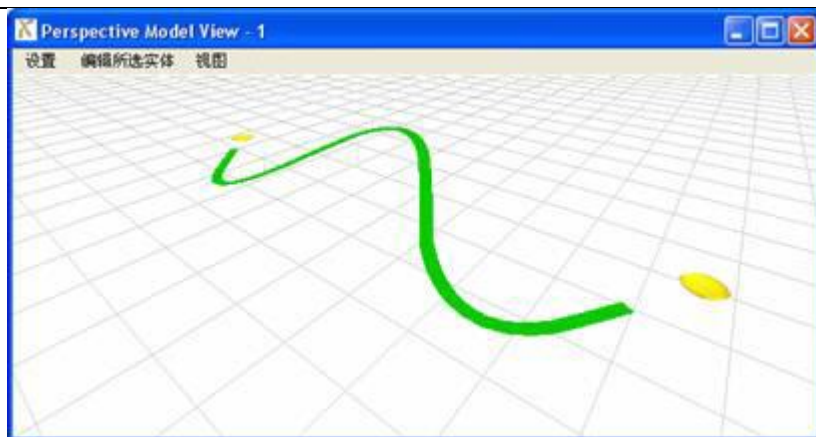


图 2-9 “X”点击网络节点来关闭显示样条线节点

注释：当模型中使用多个样条线节点时，很有必要在“编辑”菜单中选择“锁定样条线”选项。这将把样条线节点锁定而不能再进行编辑，从而大大提高运行速度。编译模型将会取消对样条线的锁定，因此，每次编译后都需要再将它们都锁定。

3 模型的树视图

在 Flexsim 中使用模型树视图来详细地展开模型结构和实体。选择工具栏中的  Tree 按钮可以访问模型树视图。模型树视图将会显示如下（见图 3-1）。

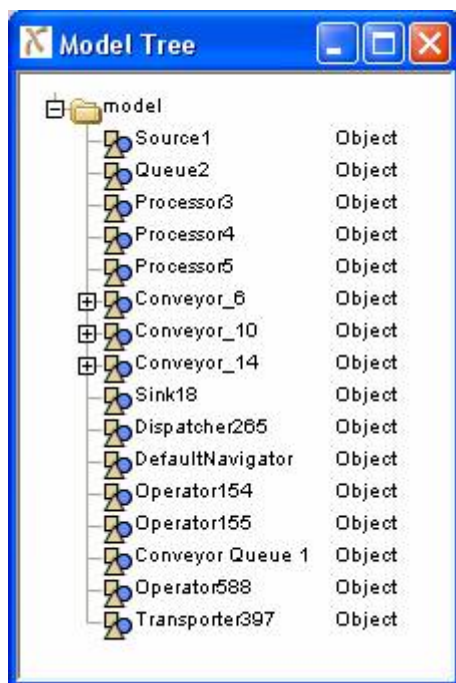


图 3-1 模型树视图

模型树视图是一个具有许多独特特点的视图视窗。在此视图可以：

- 用 C++或者 Flexsim 脚本语言来定制 Flexsim 实体
- 查看所有实体数据
- 访问参数和属性视窗
- 编辑模型、删除实体和修改所有数据

如果遵循几条简单的导航规则，将会发现树视图是最 Flexsim 中通用的视图之一。Flexsim 的底层数据结构包含在一个树中。Flexsim 中的许多编辑视窗只不过是树中过滤的数据的一些图形用户界面（GUI）。由于 Flexsim 中所有树视图的工作方式相同，只要理解了树视图如何工作，就可以理解和导航任意可访问的树的结构。

3. 1 树视图基础

Flexsim 的设计将所有数据和信息都包含在一个树结构中。这个树结构是面向 Flexsim 实体设计的核心数据结构。熟悉 C++面向实体编程的人员将会立即把 Flexsim 的树视图认作面向实体数据管理的 C++标准。

在树视图中有几个符号能够在导航过程中帮助理解树的结构。

整个主树被称为一个项目。一个项目包含库和实体。一个视图树包含所有的视图和 GUI 定义。当保存一个 session（整体）时，就是将主树和视图树一起保存。

文件夹图标标示了一个完整项目的主要组件。模型是一个主项目的一个组件。库是主项目的另一个组件。

在树视图中，实体图标用来代表 Flexsim 实体。

节点图标用来指定一个实体内的节点数据。数据节点可以在它们内部包含附加的节点数据。如果一个数据节点的图标左侧有一个“+”，表示它有一个或更多的附加数据节点。数据节点可以包含数字的或者字母数字的值。

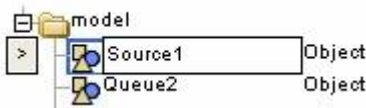
一些特定的数据节点被指定为 C++数据节点，它们包含 C++代码。可以从一个 C++数据节点直接键入 C++代码。当按下编译按钮时，此代码将被编译。

数据节点也可以被指定为“Flexscript（Flexsim 脚本）”节点。这样的节点可以包含 Flexsim 脚本语言代码，并在运行模型时自动编译。Flexsim 脚本语言命令是预编译的 C++函数。Flexsim 脚本语言命令可以在工具栏中选择相应按钮加以查看（见图 3-2）。大多数 Flexsim 脚本语言命令也可以在 C++代码中使用。



图 3-2 Flexsim 脚本语言命令

当在树视图中用鼠标点击一个图标从而选择一个实体时，树视图将显示实体如下：



将在实体图标周围显示一个高亮方框，并且在实体图标左边放一个展开树符号。如果选择了这个展开树符号，那个实体的数据节点将显示如图 3-3 所示。

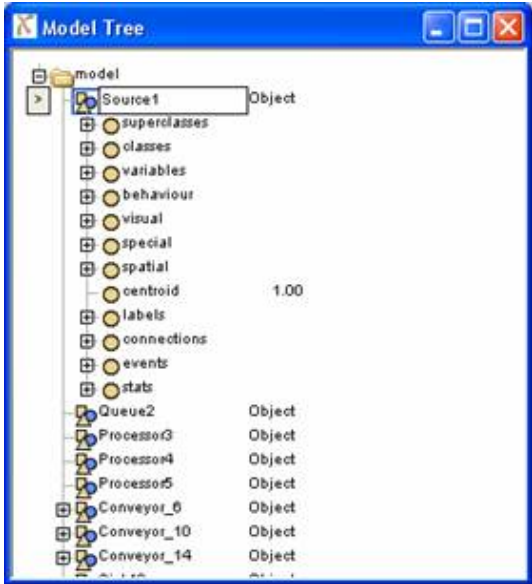


图 3-3 展开的视图树视图

随着实体和数据节点的展开，树视图将很快增长到此树视图视窗的查看限制之外。Flexsim 允许使用鼠标在视窗中随意移动树。如要在视窗中随意移动树，只要在树的左边点击拖动鼠标，或者使用鼠标滚轮来上下滚动即可。

点击节点图标左边的“+”，可以展开数据节点。由于数据节点可以包含数值或者文本，可以在节点右边看到这些文本信息或者数据的值（见图 3-4）。

如果你选中了某个实体或者数据节点，可能就不能移动树。点击视图中的空白区域，然后拖动鼠标就可以移动树了。也可以使用鼠标滚轮或者 PageUp/PageDown 按钮来上下移动树。

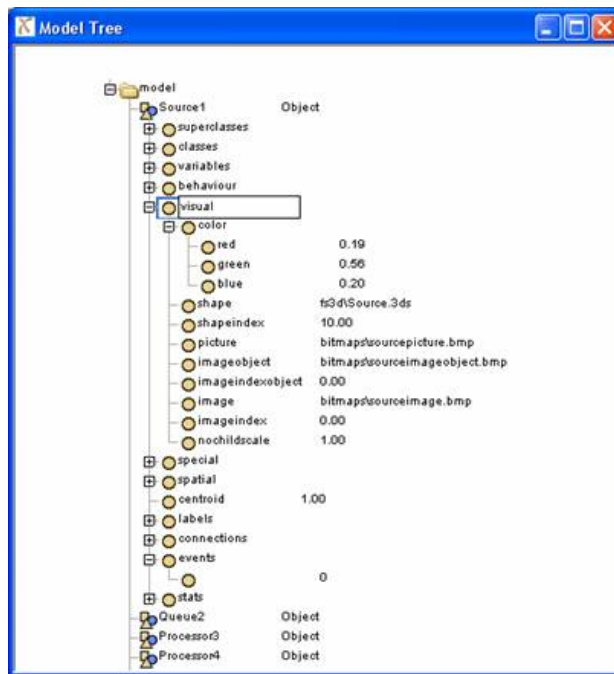


图 3-4 文本和数值数据节点

选择想要编辑的节点可以直接编辑数据。如果是一个数字数据节点，可以在这个域段中编辑这个数字（图 3-5）。如果是一个文本数据节点，将会在视窗的右边看到一个文本编辑域段，用来编辑文本（见图 3-6）。

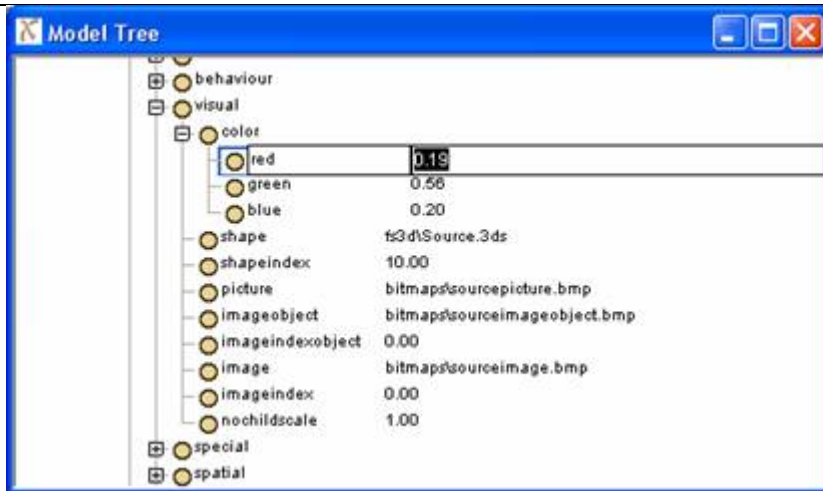


图 3-5 编辑一个数字数据节点

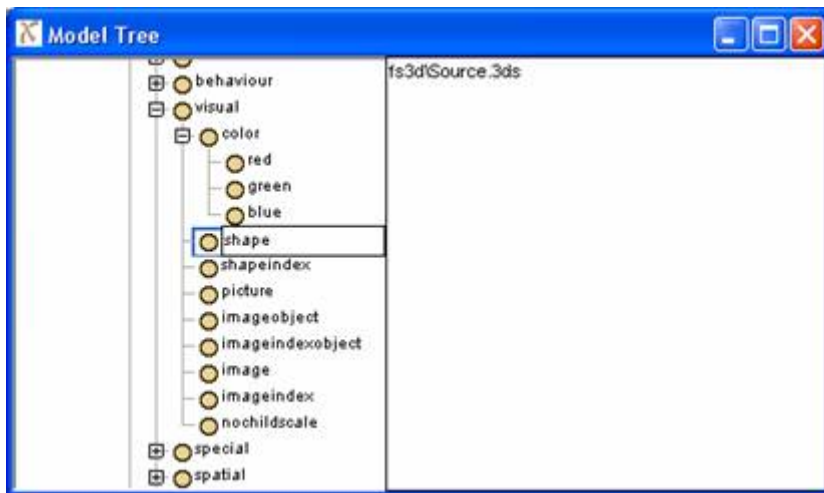


图 3-6 编辑一个文本数据节点

可见，树是模型所有数据的贮藏室。参数和属性视窗用来提供一个更友好的方式来操作树中的数据。虽然从树中完成模型的编辑是可能的，但还是建议用户使用参数和属性视窗，这样可以避免不小心删除模型数据。像在正投影视窗中那样，右键点击或者双击实体图标，可以在树视图中访问参数和属性视窗。