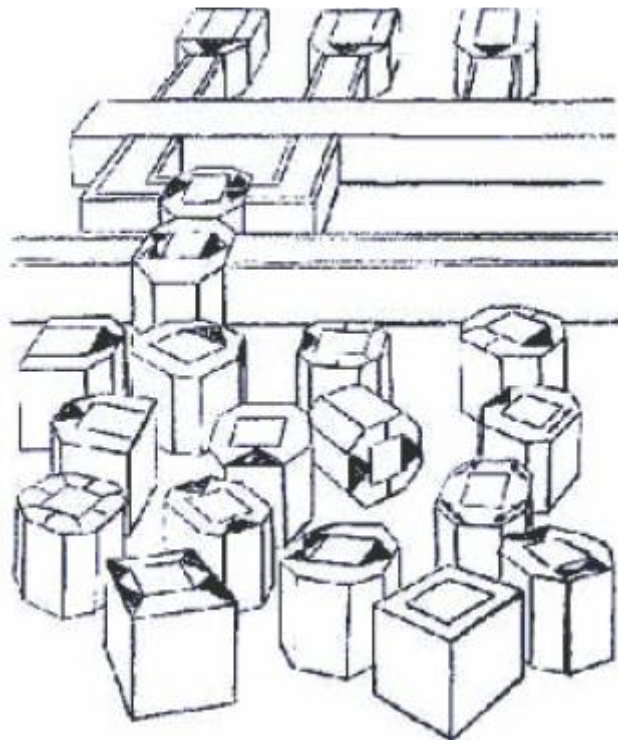




诺合物流信息科技
(上海)有限公司

DOSIMIS-3 (MS-Windows)

多思仿真系统入门教程



2006 年 3 月



SimulationsDienstleistungsZentrum GmbH

Hauert 20

44227 Dortmund, Germany

Tel:+49 231 945050 - 0

Fax:+49 231 975050 -50



本手册是 DOSIMIS-3(MS-Windows)软件的一部分。
DOSIMIS-3 和 MS-Windows 的名称是受法律保护的。

© 1994-2013 SDZ GmbH
SimulationsDienstleistungsZentrum GmbH
Hauert 20
44227 Dortmund
Tel.: +49(02 31) 97 50 50 - 0
Fax: +49(02 31) 97 50 50 – 50
e-mail: Dosimis-3.support@sdz.de
www.sdz.de

诺合物流信息科技（上海）有限公司
SDZ China Logistics Information Technology Ltd.
浦东陆家嘴花园石桥路33号
花旗集团大厦23楼
200120上海
电话： +86(021) 6101 0521
传真： +86(021) 6101 0220
邮件： sdzchina@sdz.de
www.sdzchina.com



目 录

1. 引言（第 1 部分）	1
1.1. 结构	1
1.2. DOSIMIS-3 的安装	2
2. 要解决的任务	3
2.1. 建模基本概念	3
2.2. 实际应用	4
2.2.1. 模型	4
2.2.2. 需要回答的问题	5
2.3. 模型基础	6
2.3.1. 入口源	6
2.3.2. 累积型传送带	6
2.3.3. 梭车	6
2.3.4. 工作站	6
2.3.5. 合并站	6
2.3.6. 放电器	7
2.3.7. 出口槽	7
3. 生产系统建模	8
3.1. 进入系统	8
3.2. 模块连接	13
3.3. 模块参数设置	15
3.3.1. 入口源模块参数设置	15
3.3.2. 累积型传送带模块参数设置	16
3.3.3. 梭车模块参数设置	19
3.3.4. 工作站模块参数设置	21
3.3.5. 合并站模块参数设置	23
3.3.6. 放电站模块参数设置	25
3.3.7. 出口槽模块参数设置	26
3.4. 开始运行仿真	29
3.5. 结果分析	30
3.6. 可能会出现意外问题	34
4. 实例优化	35



4.1.	概述	35
4.2.	优化步骤	36
4.2.1.	步骤 1: 死锁	36
4.2.2.	步骤 2: 改变优先权策略	37
4.2.3.	步骤 3: 增加缓冲容量	41
4.2.4.	步骤 4: 加快校车模块的速度	43
4.2.5.	步骤 5: 改变合并站的优先权策略	45
4.2.6.	步骤 6: 在出口槽模块前添加缓冲	46
4.2.7.	步骤 7: 工作准备时间优化	50
4.2.8.	步骤 8: 调整出口槽	53
4.2.9.	步骤 9: 减少出口槽模块前的缓冲容量	56
4.2.10.	步骤 10: 减少工作站模块前的缓冲容量	57
4.2.11.	步骤 11: 企业调整	58
4.3.	仿真研究结果	60
5.	图形注释	61
5.1.	添加图形	62
5.2.	调整图形	63
5.3.	添加正方形	64
6.	实例总结	65
7.	引言 (第 2 部分)	68
7.1.	结构	68
7.2.	图标	68
8.	干扰和休息	69
8.1.	概述	69
8.2.	理论	70
8.3.	将干扰模块加入到模型中	71
8.4.	干扰模块的参数设置	72
8.5.	干扰分析	75
8.6.	统计数据	78
8.7.	任务	81
8.8.	班组模型	82
8.9.	从统计中过滤干扰和休息	86
8.10.	关闭/打开干扰/休息模块	88
8.10.1.	单个关闭/打开	88



8.10.2. 全部关闭	88
9. 工作区	90
9.1. 理论	90
9.2. 任务	91
9.3. 工作区域的参数设置	94
9.3.1. 工作站模块参数设置	94
9.3.2. 工作区模块参数设置	95
9.4. 工作区分析	99
9.5. 统计	101
9.6. 一个工作多个工人	104
9.7. 工作中断	108
9.8. 关闭工作区域	109



1. 引言（第 1 部分）

1.1. 结构

面向物流问题的仿真工具的应用需要一个高效的、能够容易使用的仿真系统。Dosimis3 能够满足上面的要求并且在多个行业中得到了广泛的应用。本入门将开始讲述 Dosimis3 的使用与操作。

Dosimis3 的教学版包括了 Dosimis3 完全版的部分功能，不仅模型的模块数量也有相应的限制，而且对于建立复杂控制系统的借口和模块也有相应的限制。

DOSIMIS-3 能够在 Windows 95/98/Me/XP/Vista/7/8 和 Windows NT4/2000 上运行。

- **系统基本需求：**

CPU：奔腾 500MHz 以上

内存：128MB

硬盘：50MB 剩余空间以上

显卡：65656 色以上

分辨率：600X800 以上

经过《快速入门》的学习，读者能够自己建立简单的物流系统模型、进行相应的参数设置、运行仿真并且进行仿真结果的分析和优化。

在第 2 章介绍了建模的基本概念之后描述了一个现实中常见的物流系统，并且介绍了相关的模型基础。

第 3 章告诉您如何使用 Dosimis3 建立物流仿真系统，并且如何得到仿真结果。

第 4 章介绍了如何优化物流系统。

第 5 章介绍了图形组件。



1.2. DOSIMIS-3 的安装

DOSIMIS-3 Windows 版本安装非常简单。

- 从光盘安装：

一般来讲，在安装光盘放入光驱之后系统会自动运行安装程序。如果没有自动运行安装程序，则需要手动安装。打开资源管理器，鼠标左键双击光盘的根目录的 setup.exe 文件开始安装。

- 从磁盘安装：

放入第一张（序号 1）磁盘，然后运行磁盘上的 setup.exe 文件。

- 从网络安装：

从网络上下载 DOSIMIS-3 安装文件并且确保所有安装文件已经下载完成。然后运行下载文件中的 setup.exe 文件开始安装。

在安装结束后再次运行 DOSIMIS-3，此时 DOSIMIS-3 安装完成。



注意：在 Windows NT/2000/XP/Vista/7/8 系统下安装 DOSIMIS-3 时候，必须具有系统管理员用户权限。



2. 要解决的任务

2.1. 建模基本概念

如果一个仿真系统能够提供合适的描述工具，那么用户就可以利用它对物流系统进行相对简单地分析。DOSIMIS-3 中的描述就是：

- **模块**和
- **对象**

面向对象的建模的出发点在于用**模块**来描述缓冲器、带式运输机、工作站、道岔等实际存在的物流运输设备，这些模块能够足够准确地描述这些设备的行为。在 DOSIMIS-3 中模块具有运行逻辑、相应的参数数据组和预先设定的标准属性。

对象描述了在物流系统活动的事物，例如工件或者托盘，也可能是一些信息。它通过数字来标记，这些数字有时候表示一种类型。模型的构造通过以下几个步骤完成：

- 在程序桌面上放置模块；
- 对模块进行参数设置；
- 连接模块；
- 确定仿真运行参数；
- 运行仿真；
- 通过动画或者结果统计来观察仿真的结果。

对象的描述在模块的参数面板中完成。在入口源模块中将确定在系统中有哪些对象产生。在其他的模块中将确定哪些对象通过。通过这种方式一个非常紧密地且一目了然的数据输入成为可能。



2.2. 实际应用

下面的例子出现在一个具体的项目中并且包含了一个仿真系统学习的所有特征。出口点是一个规划好的布局设置，应该通过仿真技术来检验。

2.2.1. 模型

一个电子工业的工厂生产出消费品。在一个区域内将对产品进行检查，很小的修补可能在这个地方被完成。物流系统如图所示。从上游的生产区域两种不同的产品类型以一分钟的间隔（随机顺序）到达。所有产品将通过一个运输缓冲器和分发平台向 2 个工作站进行分配。高的投资需求导致工作站的加工灵活性是不具备经济意义的，所以预先规定每个工作站只分配一种产品。

由于加工过程中技术控制难度，出现相当高的返修率。将被修理的零件将重新被运输到工作站。当然在这里不能出现很长的准备时间。

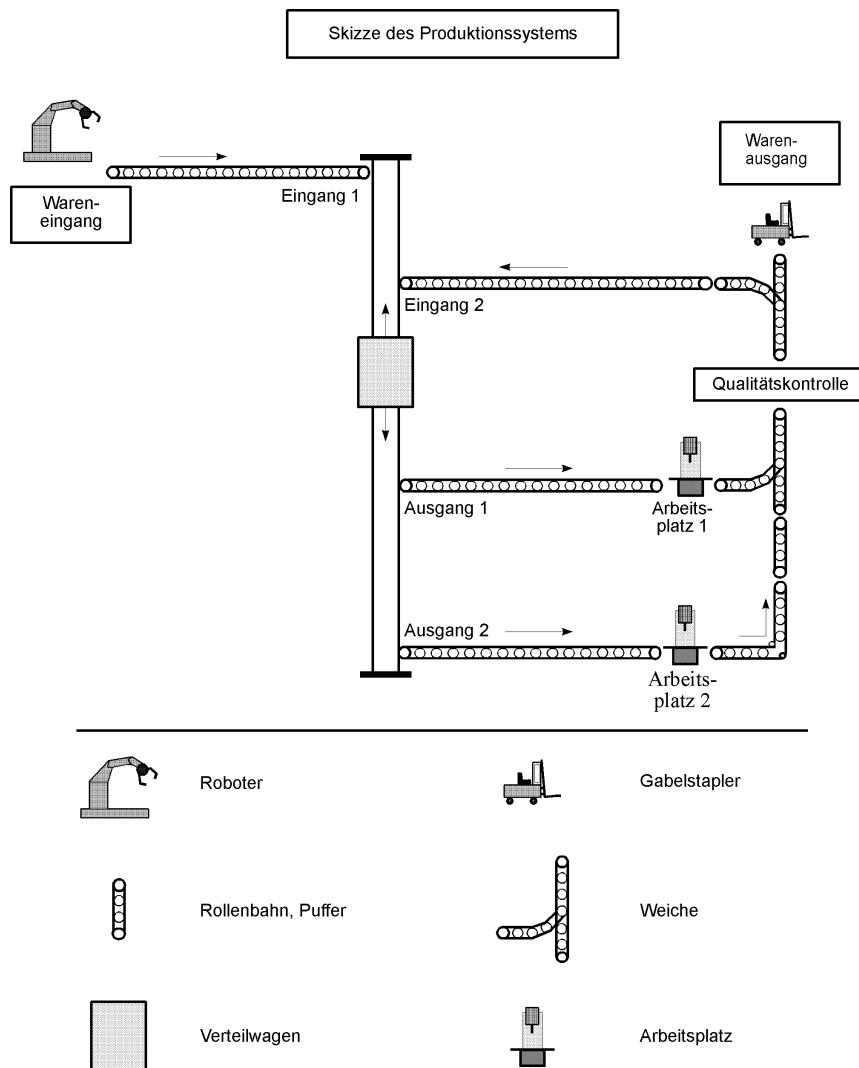


图 3.1 一个实际应用的例子



2.2.2. 需要回答的问题

有如下的几个问题需要解答：

- 预先计划的 60 个/小时的物料通过量是否能够被完成？
- 哪儿是系统的薄弱环节？
- 工作站的使用率有多高？
- 梭车的潜力有多大？
- 下游生产的工作方式会对工作站的是使用效率产生影响吗？

这些问题应该在下面的假设前提下检验：运输机械的干扰不起决定性的作用。



2.3. 模型基础

2.3.1. 入口源

入口源是一个接口，通过它产品进入到生产过程中。产品类型 1 和类型 2 以随机顺序到达。这 2 种类型的产品数量是一样的，到达的平均时间间隔是 60 秒（正态分布，偏差 5 秒）。

2.3.2. 累积型传送带

累积型传送带是一个运输和缓冲环节。所有的累积型传送带的运行速度为 0.2 米/秒。工件的长度为 1 米。

缓冲的容量是不同的：

- 入口源后面的累积型传送带的缓冲容量为 10；
- 工作站之前的垛运输机的缓冲容量为 2；
- 工作站后面有一个转向器和一个缓冲器，容量为 4；
- 返回方向运输返修件的累积型传送带的容量为 3；

2.3.3. 梭车

梭车是在铁轨上运动的运输机械，它借助于一个托盘小车将货物运送到不同的卸货处。工件的装卸距离是 1.1 米。最大速度 1 米/秒，平均定位速度 0.1 米/秒。

下面的本地控制策略被规定：

- 入口源的优先级高；
- 货物被运往出口；

2.3.4. 工作站

工作站模块不仅能够描述手动的工作站也能够描述自动的工作站，例如机器人。工作站的长度为 1 米。下面的时间分配将被规定：

- 工作时间为 80 秒（正态分布，偏差 5 秒）；
- 每个返修件的准备时间 120 秒；

返修比例为 15%。

2.3.5. 合并站

合并站类似于现实中的道岔，将不同方向的物料流聚集到一个方向。合并站的长度为 1 米，运输速度为 0.2 米/秒。

所有合并站的优先权策略为 FIFO（First In First Out，先入先出）。



2.3.6. 放电器

放电器类似于现实中的道岔，他将一个方向的物料流分为不同的方向。其驱动装置如同合并站一样。

分发策略是根据产品的目标来决定产品的去向。

2.3.7. 出口槽

出口槽是和外部环境的一个接口，通过它产品离开系统并且被运送到其他的生产环节。出口槽的平均接纳时间为 55 秒，指数分布。



3. 生产系统建模

3.1. 进入系统

如果 DOSIMIS-3 安装成功，将会在桌面的开始菜单上发现 DOSIMIS-3 图标。选择开始-程序- DOSIMIS-3 开始运行 DOSIMIS-3。

点击主菜单文件文件下的新建 New 子菜单项，将在窗口中建立一个新文件，默认文件名称是 DOSIMIS-3-1。选择主菜单下的保存为 ...子菜单可以将文件存为另外一个文件，此时可以对文件另外命名。

记住要经常保存文件。

DOSIMIS-3 主程序窗口和模块 DOSIMIS-3-1 的窗口可以通过窗口右上角的最大化、最小化图标来调整。

如果 DOSIMIS-3 的程序操作窗口中的图像显示不完全的话，请按 F5 键进行屏幕刷新。

下一步选择主菜单的视图菜单项的子菜单项模块面板（Modules palette），将出现一个带有箭头和符号的窗口。箭头表示物料流动的方向，符号表示模块。现在摆在操作者面前的是 2 个窗口，一个是模块面板窗口（小），另一个是名为 DOSIMIS-3-1 的工作窗口（大）。

为了放置入口源模块，首先在模块面板上方鼠标左键点击右向箭头（→）然后鼠标左键点击入口源模块图标。（将鼠标停留在模块符号上停止不动时，在鼠标的右下方将出现一个淡黄色的方框，里面为简短的模块描述。）将光标移动到工作区域时候，被选择的模块符号将跟随着光标移动。点击光标左键可以将选择的模块放在光标所处的位置。因为工作区域内部设置了光栅坐标系统，所以光标在工作区域移动的时候是跳跃式的。如果偶然地发生错误导致放置了错误的模块或者错误的地方的时候，可以在相应的模块上点击鼠标右键，则该模块变成红色，并且弹出一个菜单选项，选择删除菜单项，然后弹出一个对话框，询问是否确定删除，选择“是”，则这个模块被删除掉，选择“否”，则返回工作区域。



注意：由于工作区域设置了光栅系统，所以模块只能够以确定的距离放置。

下一步要放置的模块是累积型传送带，这个过程与放置源模块类似。运输机位于源模块的右边。由于累积型传送带的形状是可变的，所以在放置的时候需要按照以



下操作进行：在确定放置运输机的开始位置点击鼠标左键，然后再运输机的终止位置点击鼠标右键。

现在从模块面板种选择梭车模块，在靠近运输机的右边放置。梭车模块的放置方法与运输机模块相同：在确定放置梭车的开始位置点击鼠标左键，然后再梭车的终止位置点击鼠标右键。

现在工作区域如图 3.1 所示。

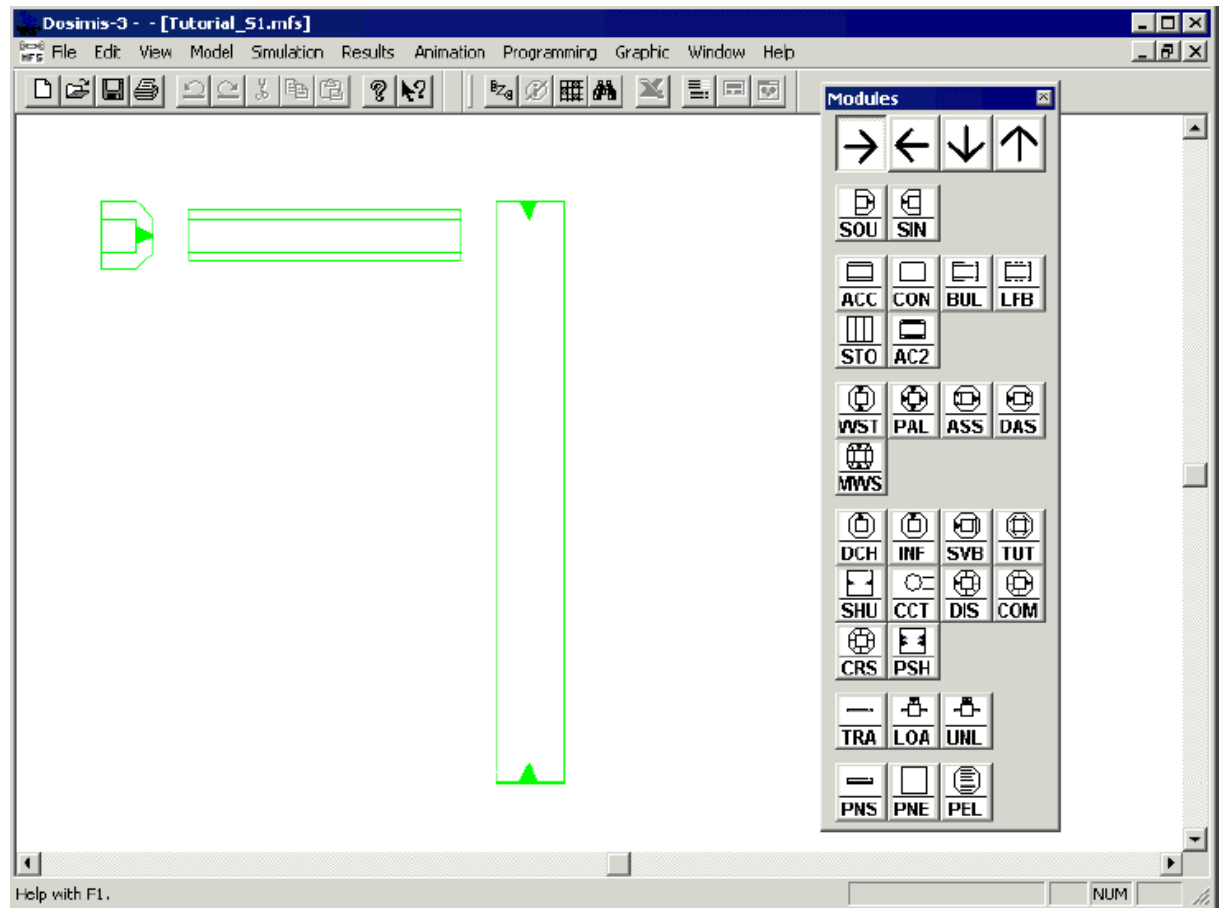


图 3.1 工作区域

用同样的方法继续放置以下模块：

- 一个累积型传送带，再梭车的右侧
- 一个工作站，在累积型传送带的右侧
- 另一个累积型传送带，再梭车的右侧或者上一个累积型传送带的正下方
- 另一个工作站，在这个累积型传送带的右侧和上一个工作站的正下方
- 第 3 个累积型传送带（作为拐角转向器），在第 2 个工作站的右侧。在模块面板中选择累积型传送带模块后，首先在该运输机的起始位置点击鼠标左键，光标向右移动一个光栅单位，点击鼠标右键，然后光标向上移动一个光栅单位，点击鼠标右键完成。

此时工作区域如图 3.2 所示。

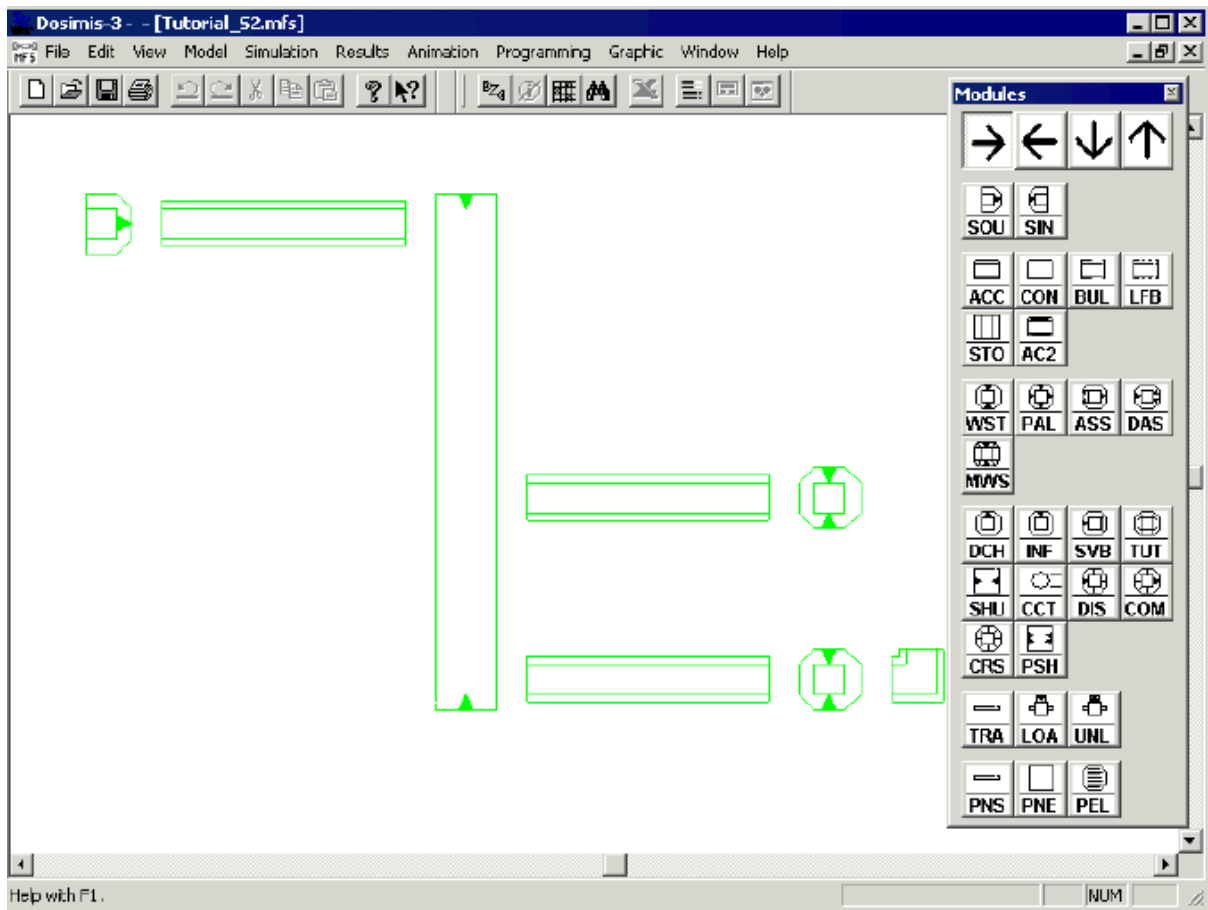


图 3.2 工作区域

选择主菜单项**视图**下的**窗口...**子菜单项，再出现的菜单项中选择**模型 1**，则此时工作区域将根据放置的模型来优化显示，既尽可能大地显示全部模块。

为了继续放置模块，必须将模块面板上方的箭头选择向上方向，即用鼠标左键点击向上箭头。

然后按照以下顺序在工作区域内放置以下模块：

- 累积型传送带
- 合并站
- 放电器
- 出口槽

此时工作区域如图 3.3 所示。

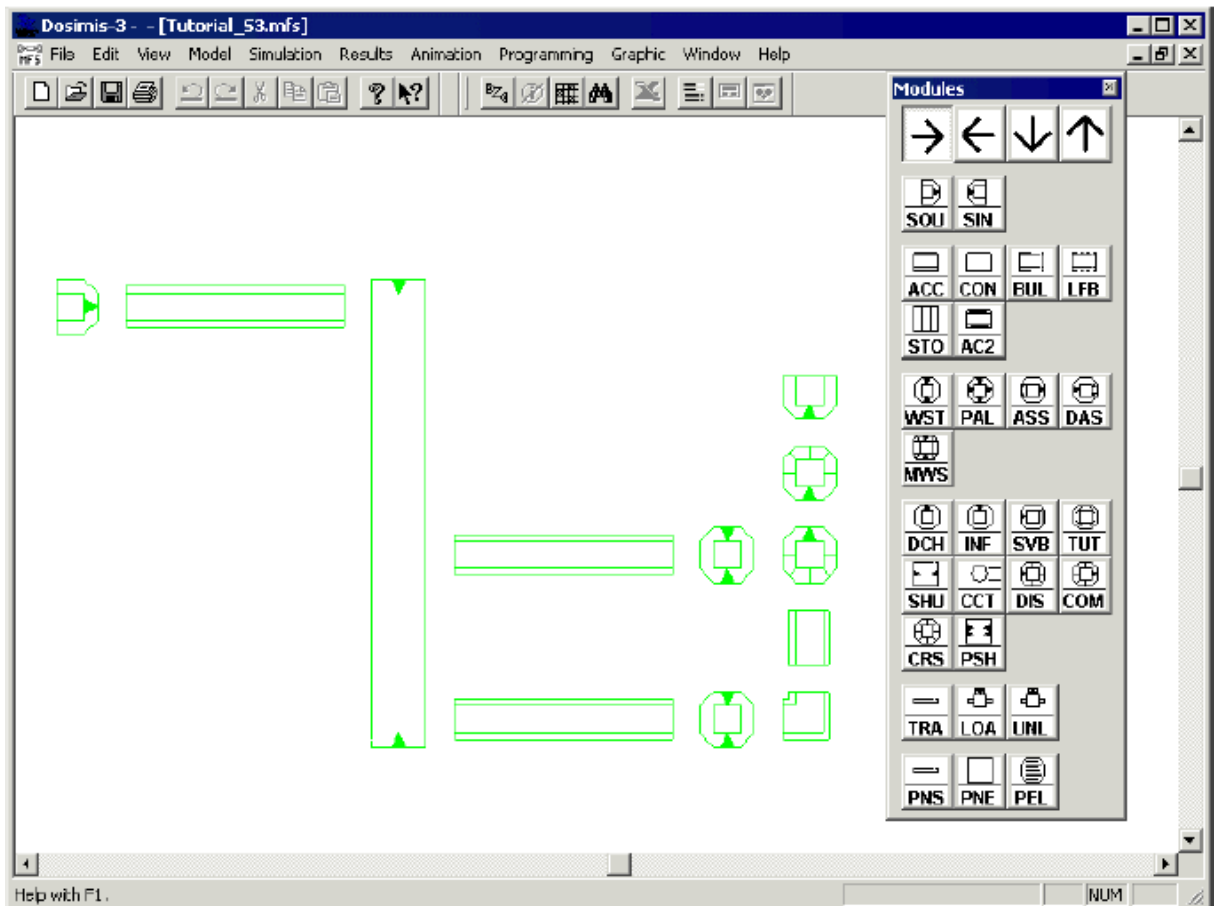


图 3.3 工作区域

为了放置最后的模块（返修件返回支线），必须将物流方向的箭头向左，即用鼠标左键点击模块面板上的左向箭头。然后再放电器模块和梭车模块之间放置累积型传送带模块。

此时全部模块已经放完，工作区域如图 3.4 所示。

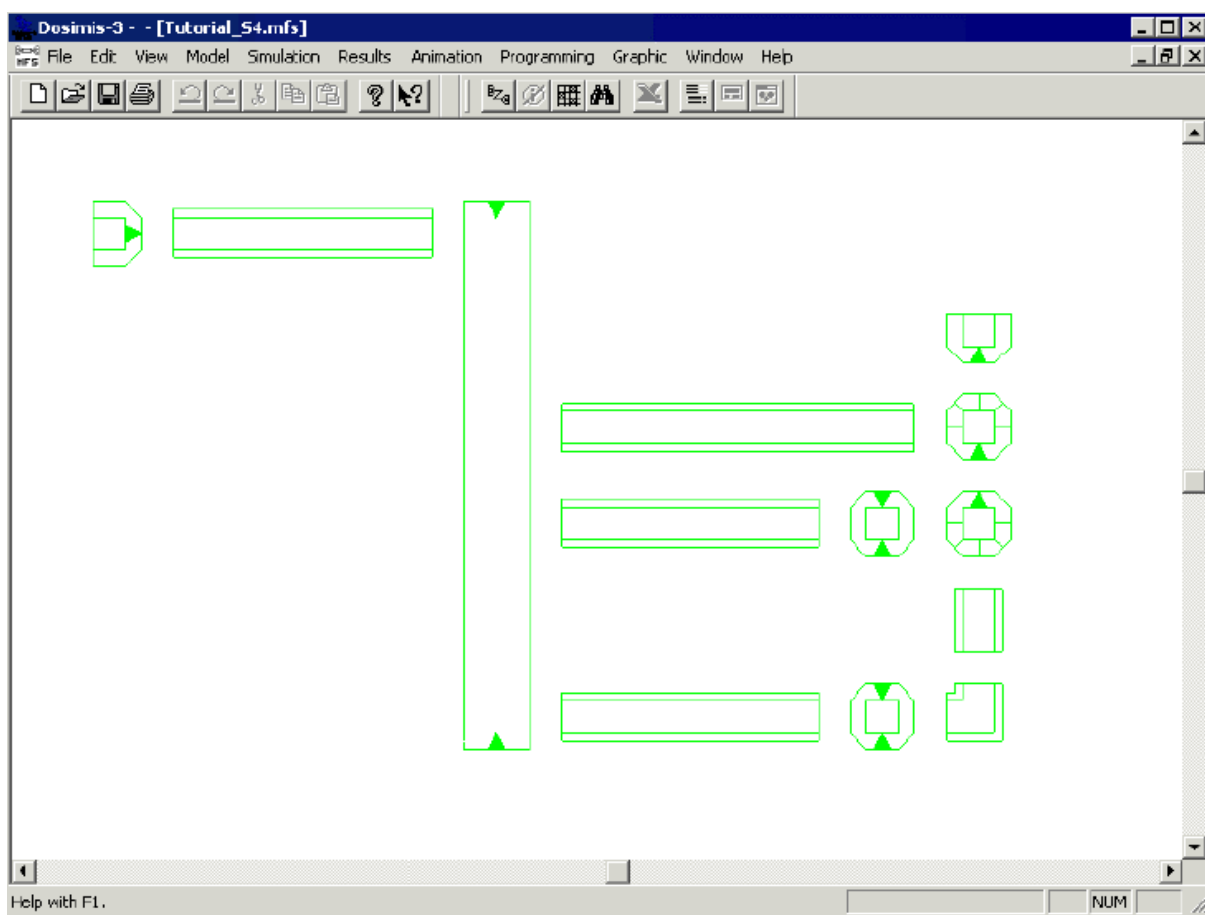


图 3.4 工作区域

现在应该保存文件。点击主菜单的文件菜单项下面的保存的子菜单项，便会弹出对话框，在这里可以输入自定义的文件名称（预定名称 **DOSIMIS3-1**）。例如输入新的名称 **Tutorial_S5.MFS**。点击确认保存文件。



3.2. 模块连接

在下面的步骤将开始模块之间的连接。点击主菜单中的模型选项，然后点击下拉菜单中的连接激活选项，此时系统处在连接模式状态下，此时物料的流动方向将通过模块间的连结来实现。为了将 2 个模块连接起来，首先在起始模块上点击鼠标左键，然后在终止模块上点击鼠标左键，最后点击鼠标右键完成该连接。

例如要连接入口源模块和他右边的累积型传送带模块，首先在入口源模块上点击鼠标左键，然后在累积型传送带模块上点击鼠标左键，然后点击右键完成该连接。

完成好的连接用绿色的双箭头表示。

下面按照上述方式将所有的模块连接起来。当所有模块连接完成后，工作区域如图 3.5 所示。

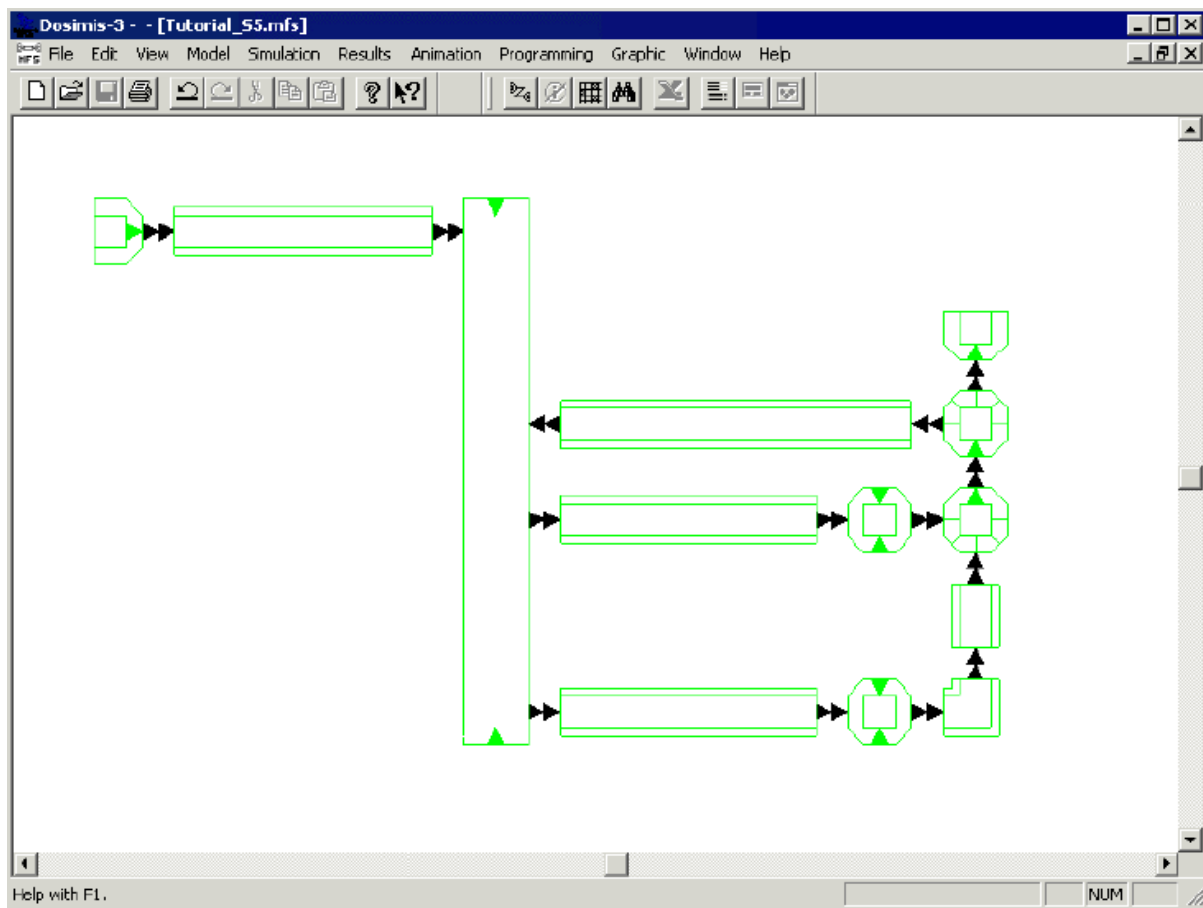


图 3.5 工作区域

注意：

对于一个模块来讲，连接的次序对模块的参数设置是有影响的。一个模块可能具有多个入口或者多个出口，在本例中，这样的模块有梭车，合并站和放电器。

连接规则：



首先要指定入口 1，然后指定入口 2……，对于出口也一样。对于梭车来讲，首先进货累积型传送带为入口 1，然后返修件入口为入口 2。上面的工作站为出口 1，下面的工作站为出口 2。

此时模块连接都已经完成后，需要退出连接模式。点击主菜单中的模型选项，然后点击下拉菜单中的连接激活选项，则退出连接模式，此时可以看到，所有的连接点全部变成黑色。



3.3. 模块参数设置

3.3.1. 入口源模块参数设置

接下来要对模块的参数进行设置。在入口源模块上双击鼠标左键，则弹出如图 3.6 所示的对话框。

图 3.6 入口源模块参数对话框

一般来讲所有的参数都必须输入，例如单选框和文本框。可以使用制表键在输入的框之间切换（Shift+制表键向后切换）。用鼠标左键也可以选择。

模块编号由系统自动指定，模块注释可以跳过不输入。

A) 对象产生

对象的产生以随机的顺序，一般来讲要预先规定一个随机分布，在“对象生成”选项下选择“...根据分布”。

B) 对象类型和频率

在“对象值定义...”选项下选择“...对象类型”。

在“对象产生根据...”选项下选择“...随机顺序”。

对象的相对产生频率按表 3.1 输入。

表 3.1 对象的相对产生频率

对象类型	频率
1	50
2	50



这 2 种类型的产品各以 50% 的概率产生。

C) 产生时间分布

在“产生时间分布”下方的下拉框中选择“正态分布”，“值”为 60 秒，“偏差”为 5 秒。

此时的参数面板如图 3.7 所示。

No.	Junction	To module	No.
1	1	rcpgoods	2

Object type	Frequency
1	50
2	50

Interval end [DD:HH:MM]: End of simulation

Interval end [DD:HH:MM]: 0

Objects per hour: Normally distributed

Mean [sec]: 60

Deviation [sec]: 5

Cut values: []

图 3.7 入口源模块参数对话框

按下回车键或者点击参数面板上的“确定”按钮，则退出该参数面板并且输入的参数被保存起来。

3.3.2. 累积型传送带模块参数设置

累积型传送带模块的参数设置与入口源模块的参数设置类似。在模块上双击鼠标左键，将弹出累积型传送带模块的参数面板。这个模型中有 6 个累积型传送带，如图 3.8 所示。

这些累积型传送带模块的参数部分是不同的。所有的模块将给一个名字，以帮助理解。在实际应用中只要保证每个模块的名称不同就可以了。

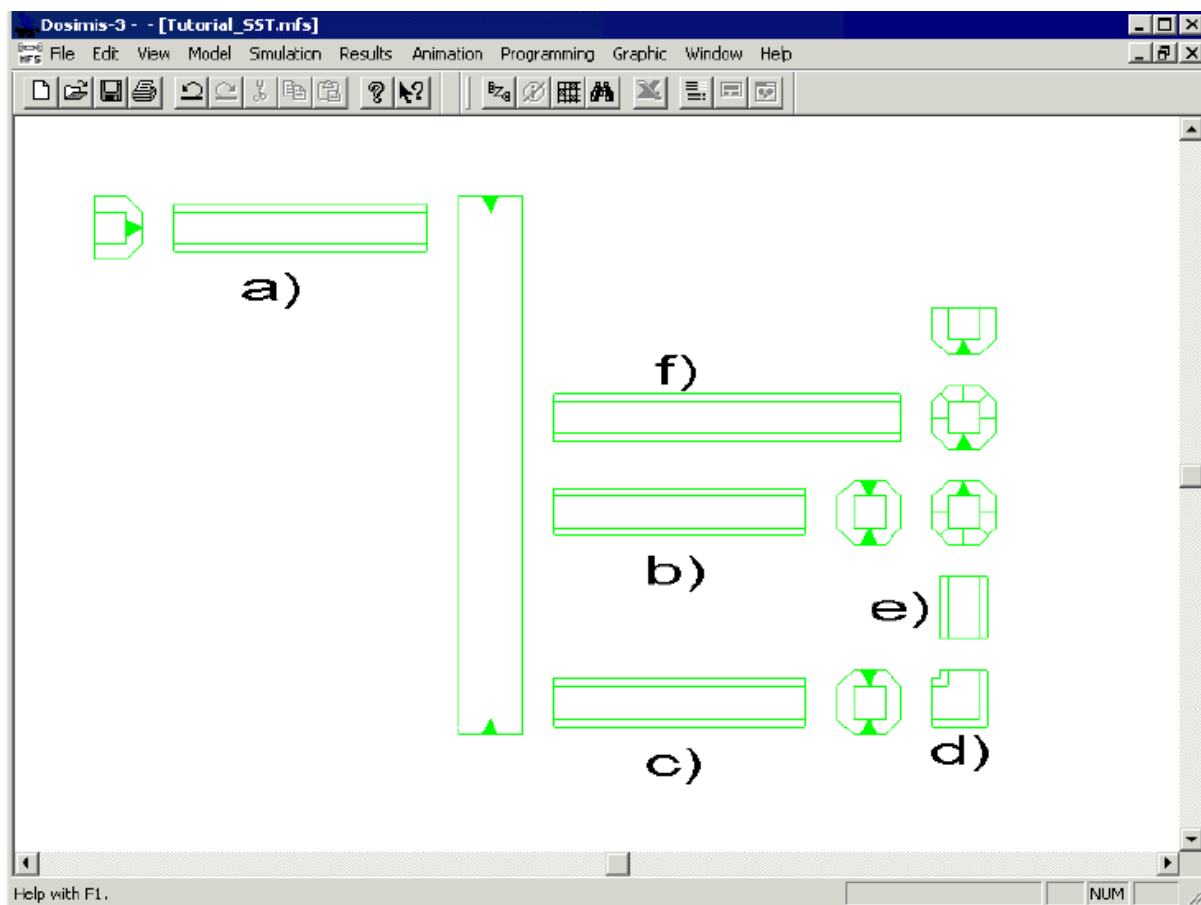


图 3.8 累积型传送带模块

累积型传送带模块 a 的参数设置：

这种模块一般只需要设置 4 个参数就可以了。参数设置如表 3.2。

表 3.2 累积型传送带模块 a 的参数设置

参数	值
模块名称:	<i>rcpgoods</i> (默认为: ACC_2)
工件或者托盘的长度:	1 m
运输速度	0.2 m/sec
托盘或者工件的容量:	10 个

参数设置后，累积型传送带模块的参数面板如图3.9。



Parameter input for module type accumulation conveyor

Number: 2 Name: ropgoods Comment:

Parameter Initialization Attributes Costs ☐ Info-Element

Length of segment [m]: 1 ☐ Forward control

Conveying speed [m/s]: 0.2

Capacity: 10

Entrance(s)				Exit(s)			
No.	Junction	From module	No.	No.	Junction	To module	No.
1	1	SOU_1	1	1	2	SHU_3	3

Defaults Global DT OK Cancel

图3.9 累积型传送带模块的参数面板

累积型传送带模块 b 和 c 的参数设置:

除了模块名称分别为ACC_Above、ACC_Below、参数“容量”设置为2外，其他参数如a。

累积型传送带模块 d 的参数设置:

除了名称，容量为1外其他参数和模块a相同。另外Forward control 被选择，表示只有当前面的托盘或者工件完全驶离该运输机之后，后面的托盘或者工件才允许进入。

累积型传送带模块 e 和 f 的参数设置:

除了名称，模块 e 的容量为 4，模块 f 的容量为 3 外，其他参数设置与模块 a 相同。



3.3.3. 梭车模块参数设置

梭车的参数包括以下几类：

- 运输装置参数
- 入口和出口占用
- 出入口位置参数
- 策略

下面分别介绍。

运输装置参数：

- 装载距离：1.1 m（比托盘长 10 cm）
- 装载速度：0.2 m/s
- 卸载距离：0.1 m
- 卸载速度：0.2 m/s
- 减速距离：0.5m（加速或者减速距离）
- 最大速度：1 m/s
- 最小速度：0.1 m/s（小车平均定位速度）

关于运输装置的其他参数不需要改变。

出入口位置参数：

参照表 3.3。

表 3.3 出入口位置参数

入口	位置 [m]	高度	出口	位置 [m]	高度
1	0.0	0.0	1	20.0	0.0
2	15.0	0.0	2	25.0	0.0

上面的位置以入口1为参考点，即入口2距离入口1的距离为15米，出口1和出口2距离入口1的距离分别为20米和25米。而梭车的长度则从参考点到最远的出入口。

上表中的“高度”指提升高度，这里不需要。

出口和入口占用：

入口：2（接收货物或者返修件）

出口：2（到2个工作站）

现在设置好的参数面板如图3.10所示。



Parameter input for module type shuttle

Number: 3 Name: SHU_3 Comment:

Parameter Strategy Attributes Costs Info-Element

Loading path [m]: 1.1 Loading speed [m/s]: 0.2 Slow/Fast

Unloading path [m]: 0.1 Unloading speed [m/s]: 0.2 Basic position: 0

Slowly driven path [m]: 0.5 Speed fast [m/s]: 1 Speed slow [m/s]: 0.1

Y-slowly driven path [m]: 0 Y-speed high [m/s]: 0 Y-speed low [m/s]: 0

2 Entrance(s) 2 Exit(s)

No.	Junction	From module	No.	No.	Junction	To module	No.
1	2	icpgoods	2	1	15	ACC_Above	6
2	14	ACC_13	13	2	16	ACC_Below	4

Entrance	Pos [m]	Height [m]	Exit	Pos [m]	Height [m]
1	0	0	1	20	0
2	15	0	2	25	0

Defaults Global DT OK Cancel

图3.10 设置好的参数面板

优先权策略:

在2个入口处同时有工件或者托盘到达的情况下，优先权策略决定下一步将哪个工件或者托盘被运输。

在“优先权策略”下面的下拉框中选择“入口的优先权”，下面的文本框按照表3.4输入。

表3.4 入口优先权

入口	优先权
1	1
2	2

入口编号在模块连接之后由系统自动制定，则这里入口1表示产品入口，入口2表示返修件入口。

优先权1具有比较高的优先级，优先权2则次之。这里表示在进入模型的产品和返修件同时到达梭车的话，梭车优先运输进入模型的产品，而返修件在入口处等待。

分发策略:

分发策略决定在运输过程中，哪种类型的产品将被运到哪一个出口。在分发策略下面的下拉框中选择“分发根据”选项。然后下面的参数设置按照表3.5进行。

表3.5 参数设置

出口	对象类型
1	1
	10



(下一出口)	对象类型
2	2
	20

对象类型对应着产品类型，产品类型10是产品类型1的返修件，产品类型20是产品类型2的返修件。

输入好的策略参数面板如图3.11所示。

图3.11 输入好的策略参数面板

3.3.4. 工作站模块参数设置

工作站有以下参数：

- 运输设备参数
- 入口和出口占用（不能够输入！）
- 工作时间分布
- 对象特征
- 准备时间矩阵

运输参数下面的参数在本例的模型中没有作用，他只有在运输系统中会被使用到。作为模块名称，上面的工作站的名称为above，下边的工作站的名称为below。

运输设备参数：

工作站的长度表示一个托盘的驶入距离。



长度: 1 m

运输速度: 0.2 m/s

工作时间分布:

在“工作时间分布”下面的下拉框中选择“正态分布”。下面的值按照表3.6输入。

表3.6 参数设置

工作站	对象	值	偏差
Above	1	80	5
	10	80	5
Below	2	80	5
	20	80	5

对象特征:

点击“初始对象”，将列出模型当中出现的所有对象类型：1，10，2，20。这儿将确定返修件的概率，每种类型都必须被选择。

根据表3.7-3.10输入参数。

表3.7 参数设置

初始对象1 (进入)	
新对象(离开)	概率
1	85
10	15

表3.8参数设置

初始对象10 (进入)	
新对象(离开)	概率
1	85
10	15

表3.9参数设置

初始对象2 (进入)	
新对象(离开)	概率
2	85
20	15

表3.10参数设置

初始对象20 (进入)	
新对象(离开)	概率
2	85
20	15

准备时间矩阵:

按照表3.11输入。

表3.11准备时间矩阵



工作站	初始对象	离开对象	循环时间
Above	1	10	60
	10	1	60
Below	2	20	60
	20	2	60

2个工作站的参数设置是一样的。校车控制哪一种产品向哪一个工作站运输。
工作站模块参数输入完成以后，参数面板如图3.12所示。

图3.12 工作站模块参数设置面板

3.3.5. 合并站模块参数设置

合并站按照以下参数设置：

- 运输参数

运输距离：1 m

运输速度：0.2m/s

- 出口和入口分配

入口：2

- 优先权策略

先入先出

参数设置好之后，参数面板如图 3.13 和图 3.14。



Parameter input for module type combining station

Number: 10 Name: COM_10 Comment:

Parameter Strategy Attributes Costs ☐ Info-Element

Conveying path [m]: 1 ☐ Forward control

Speed [m/sec]: 0.2

Entrance(s)				Exit(s)			
No.	Junction	From module	No.	No.	Junction	To module	No.
1	9	Above	7	1	11	DIS_11	11
2	10	ACC_9	9				

Defaults Global DT OK Cancel

图 3.13 设置好的参数面板

Parameter input for module type combining station

Number: 10 Name: COM_10 Comment:

Parameter Strategy Attributes Costs ☐ Info-Element

The right of way strategy is:

☐ check entrance

FIFO

Defaults Global DT OK Cancel



图 4.14 设置好的参数面板

3.3.6. 放电站模块参数设置

放电站按照以下参数设置：

- 运输参数
 - 运输距离：1 m
 - 运输速度：0.2m/s
- 出口和入口分配
 - 入口：2
- 优先权策略，如表 3.12 所示。

表3.12 优先权策略参数

分发 (combo box)

出口	对象类型
1	1
	2
下一出口	
2	10
	20

参数设置好之后，参数面板如图 3.15 和图 3.16。

Parameter input for module type distributor

Number: 11 Name: DIS_11 Comment:

Parameter Strategy Attributes Costs ☐ Info-Element

Conveying path [m]: 1 ☐ Forward control

Speed [m/sec]: 0.2

1 Entrance(s)				2 Exit(s)			
No.	Junction	From module	No.	No.	Junction	To module	No.
1	11	COM_10	10	1	12	SIN_12	12
				2	13	ACC_13	13

Defaults Global DT OK Cancel



图 3.15 设置好的参数面板

Parameter input for module type distributor

Number: 11 Name: DIS_11 Comment:

Parameter Strategy Attributes Costs Info-Element

The distribution strategy is:

☐ autom. pathfinding for working plans

☐ autom. pathfinding for transport systems

destination with Object type

No. To module Object Type Previous exit

No.	To module	Object Type
1	SIN_12	1
		2

☒ block ☒ fail

☒ cap ☐ free

The secondary strategy is:

☒ block ☒ fail

☒ cap ☐ free

minimum occupation

Defaults Global DT OK Cancel

图 3.16 设置好的参数面板

3.3.7. 出口槽模块参数设置

对于出口槽模块，只需要设置他的接收时间。本例中，选择“指数分布”，值为 55s。

参数设置好之后，参数面板如图 3.17。



Parameter input for module type sink

Number: 12 Name: SIN_12 Comment:

Parameter Attributes Costs Info-Element

1 Entrance(s)

No.	Junction	From module	No.
1	12	DIS_11	11

Distribution of leaving time:

Interval end [DD:HH:MM]: End of simulation Insert

Interval end [DD:HH:MM]: 0 Delete

☐ Objects per hour

Expo. distributed

Mean [sec]: 55

☐ Repeat cyclic

☐ Time is varying

☐ Cut values

Defaults Global DT OK Cancel

图 3.17 出口槽模块设置好的参数面板

到现在为止，模型的模块参数设置已经完成，此时所有的模块和连接为黑色。如图 3.18 所示。

记住要保存模型。

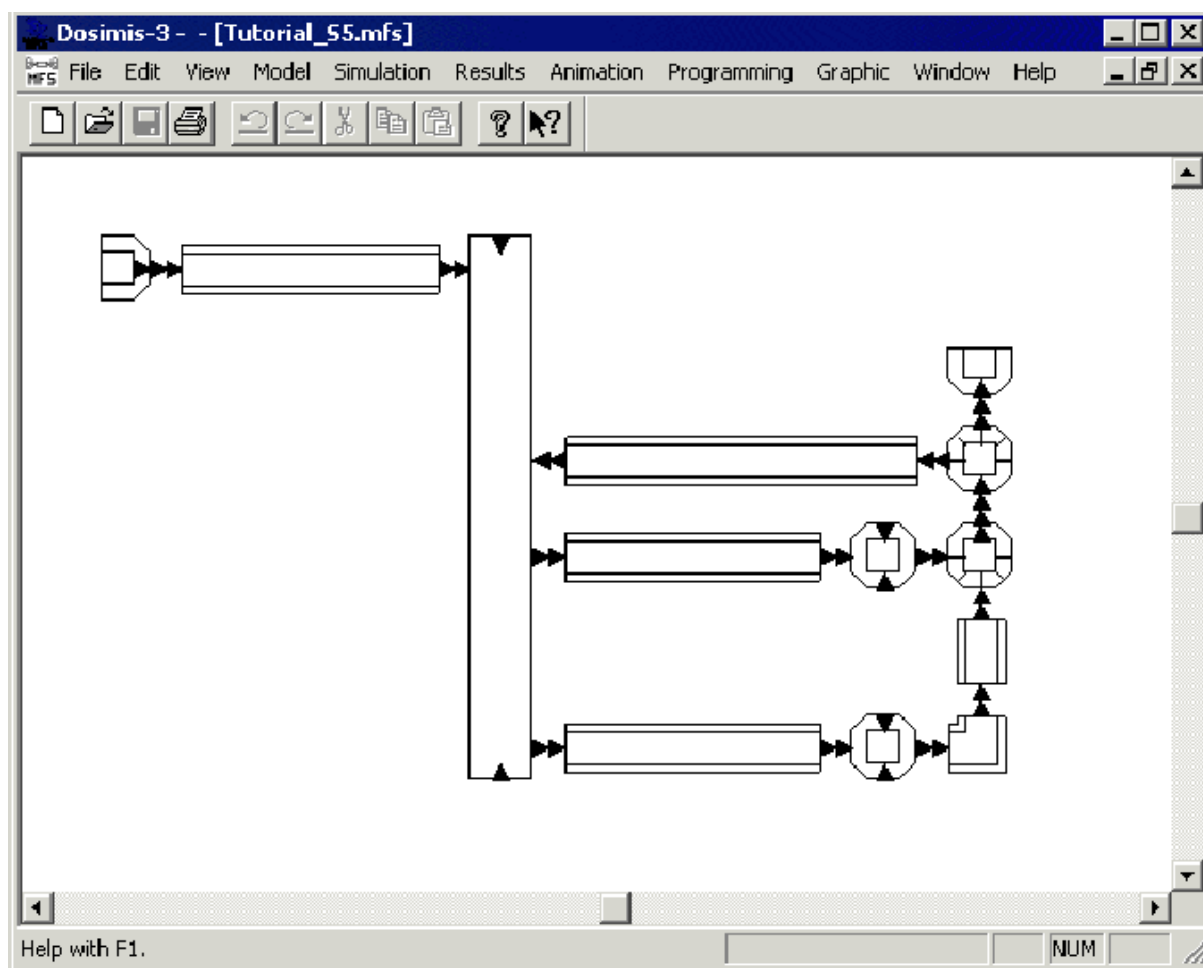


图 3.18 模块参数设置已经完成的模型



3.4. 开始运行仿真

点击主菜单模拟下的参数子菜单，则弹出一个对话框，如图 3.19 所示。

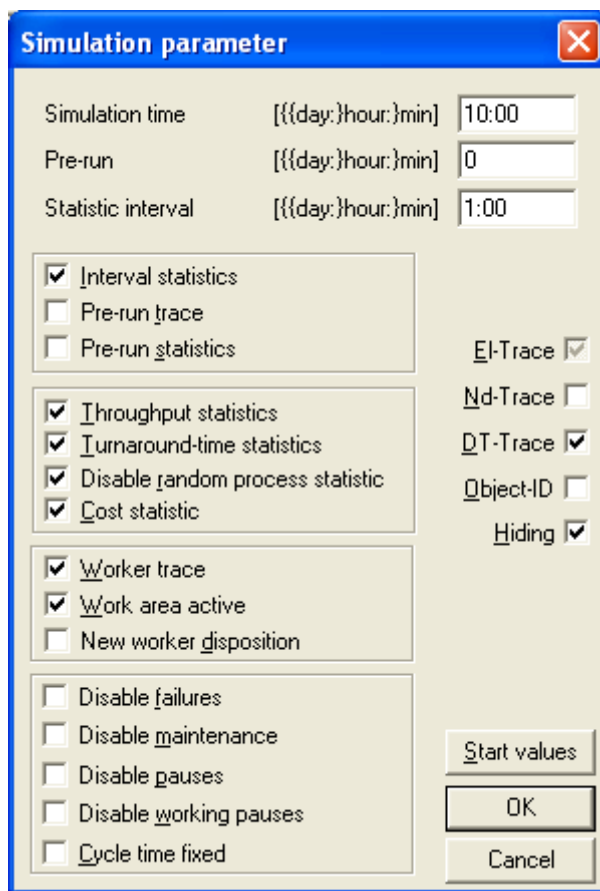


图 3.19 主菜单模拟下的参数子菜单

将参数面板中按照以下参数设置，其他参数不需要改变。

仿真时间 300 （仿真时间，也就是 5 小时）

预运行时间 0 （没有预先运行时间）

统计时间间隔. 60 （统计时间间隔，每 60 分钟收集统计数据一次）

在运行仿真之前，必须对模型的连续性、逻辑性进行检查，点击主菜单模拟下的“连续性检查”子菜单进行检查。如果检查通过，则该子菜单选项则变为灰色。如果检查不通过，则会报错。

连续性检查完成之后，点击主菜单模拟下的“开始”子菜单运行仿真，在仿真运行的时候，将显示一个仿真运行时间进度条，来显示仿真运行的时间。当仿真结束后，该时间进度条消失，返回程序主界面。这时候模型仿真的一些结果记录可以分析利用。



3.5. 结果分析

下一步我们将看仿真动画。

点击主菜单动画下的参数子菜单选项，则弹出一个参数窗口。如图 3.20。

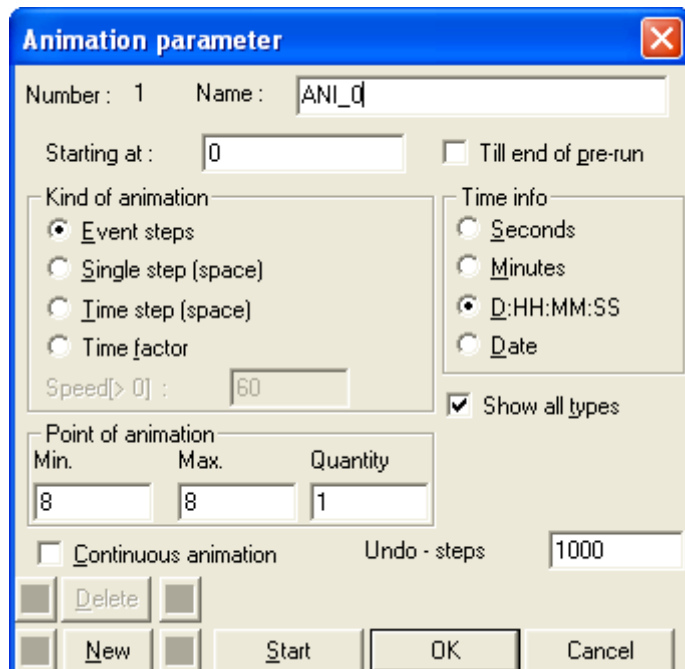


图 3.20 主菜单动画下的参数子菜单选项

在动画类型下选择 **Time factor** 选项，此时仿真的速度将由 **time factor** 参数确定。此处填写 30，表示动画的 1 分钟内运行了 30 分钟的仿真过程。然后选择点击主菜单动画下的开始子菜单项，此时仿真动画开始。带有编号的不同颜色的小箱子（工件或者托盘）将在系统中移动，箱子的颜色有如下意义：

绿色：“等待”或者“运输”状态

红色：“锁住”状态

蓝色：“工作中”状态

此时可以看到，经过很短的时间，系统就发生死锁——所有模块和工件都在静止状态如图 3.21 所示。这个问题可以通过改变参数设置来优化。现在需要将动画停止，点击主菜单动画下的停止子菜单选项完成。

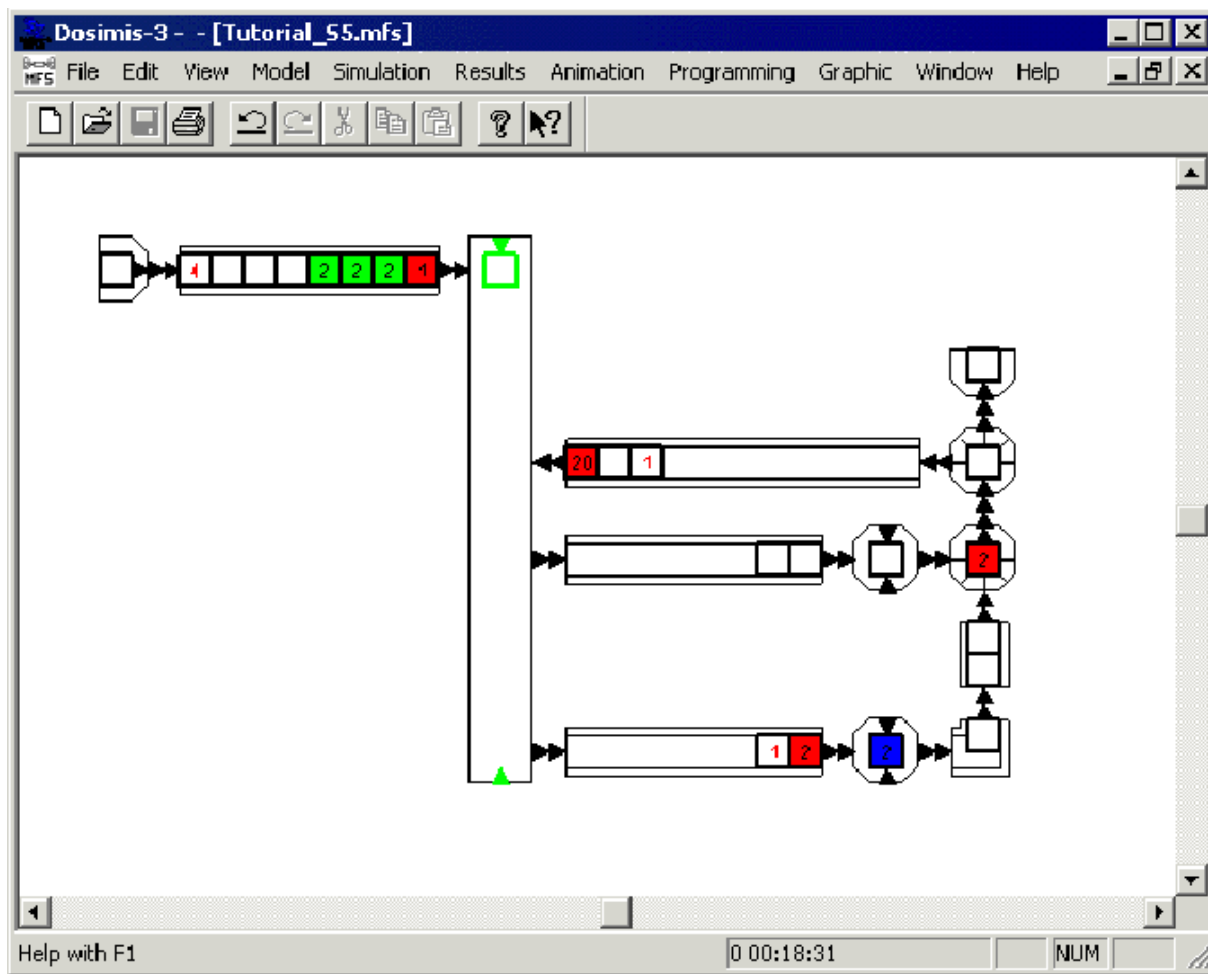


图 3.21 系统死锁

现在来看看仿真统计结果。

首先看入口源模块和累积型传送带模块的占用情况。首先在入口源模块上点击鼠标左键，然后按住控制键在累积型传送带（货物入口）模块上点击鼠标左键，此时入口源模块和累积型传送带模块都被选择。最后选择主菜单结果/Buffer analysis/Occupation diagram菜单选项。将在DOSIMIS-3的程序主窗口内显示如图3.22所示的占用曲线图。

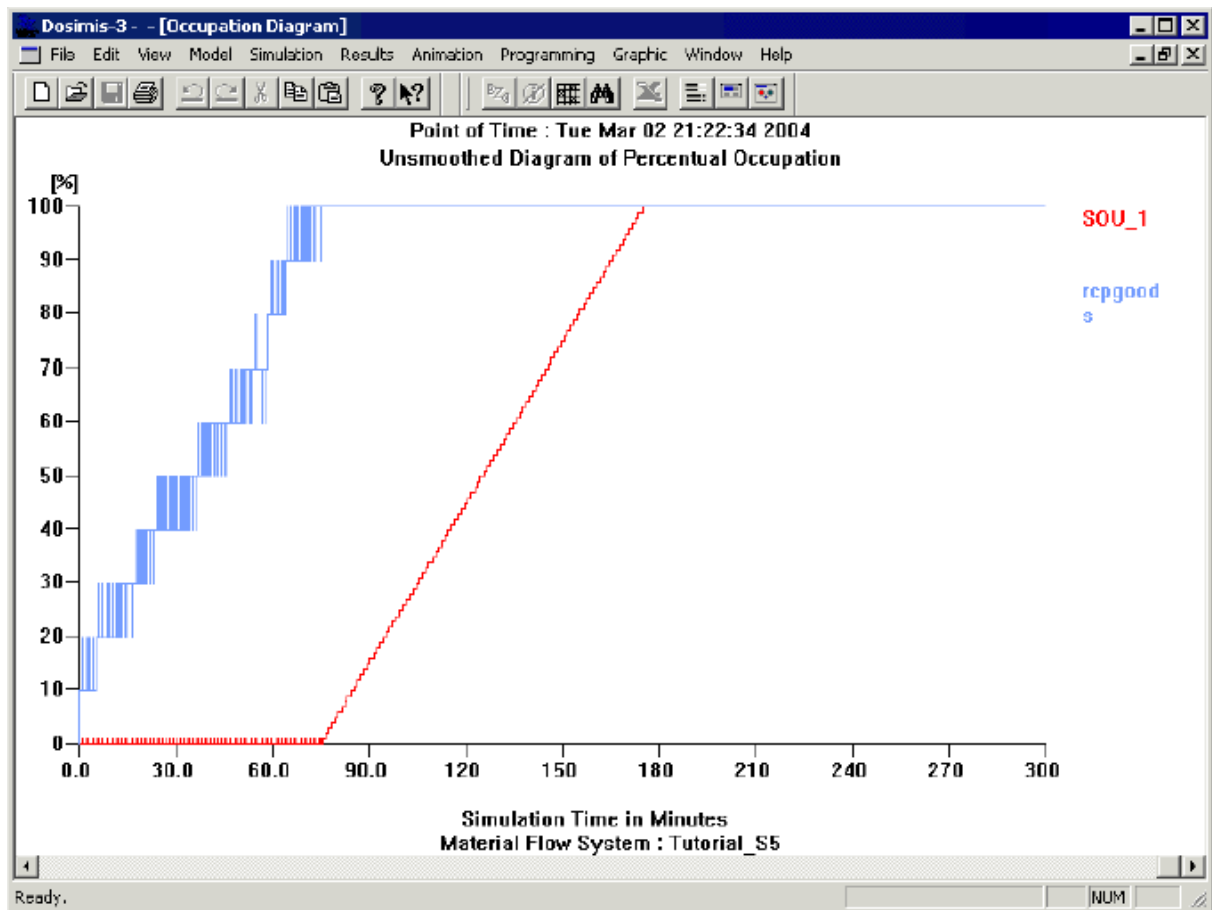


图3.22 模块占用曲线图

图3.22中x轴为时间，y轴为入口源模块和累积型传送带模块（货物入口缓冲）的容量占用比例。货物入口缓冲的占用比例以10%的幅度跳跃，是因为货物入口缓冲可以容纳10个工件或者托盘，每个工件或者托盘点比例为10%。

由于随机顺序的不同可能在每次运行相同的模块之后，图中看到结果有所小的差别。

利用类似的方法可以查看工作站的载荷情况。首先在上方的工作stations上点击鼠标左键，然后按住控制键在下方的工作stations上点击鼠标左键，此时2个工作stations都被选择。最后选择主菜单结果/Module histogram，将出现如图3.23所示的直方图。

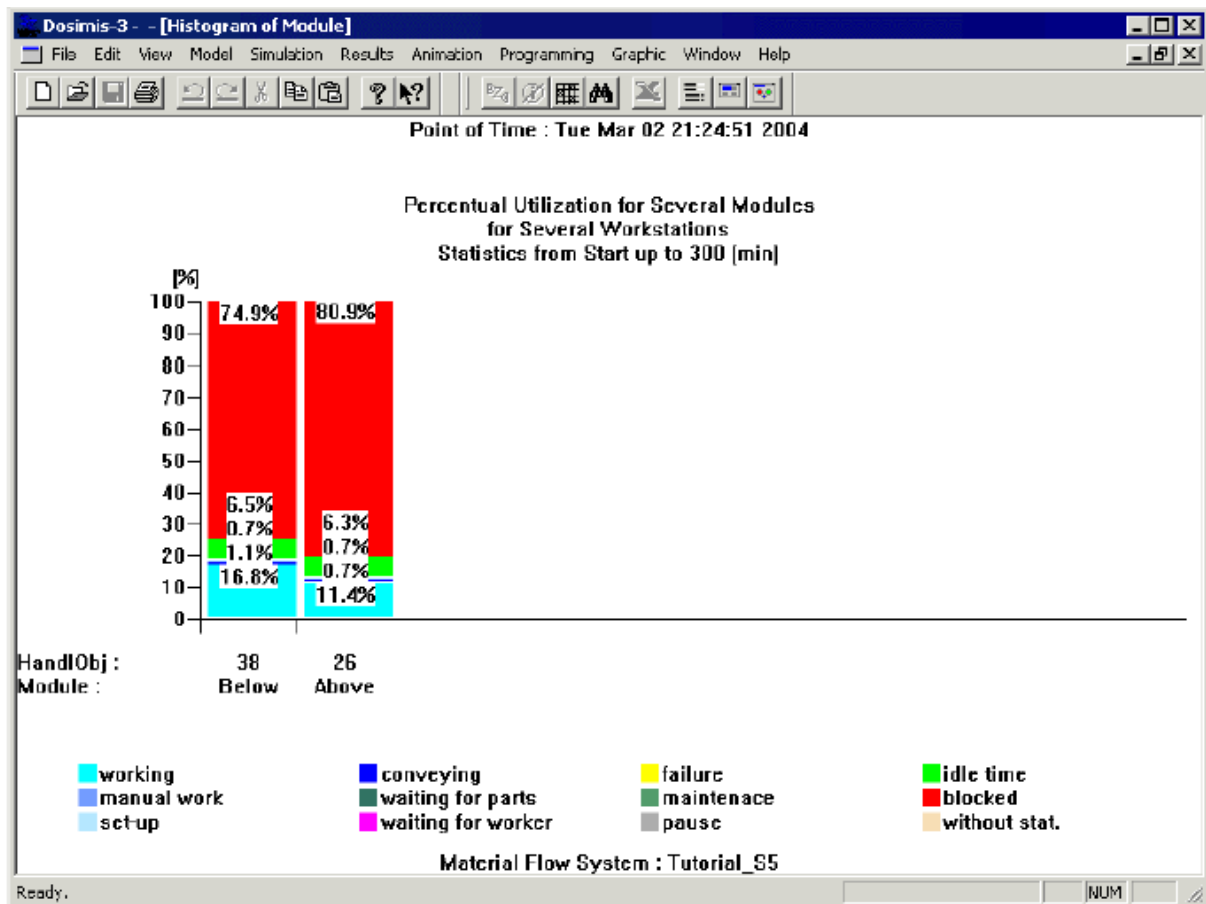


图3.23 模块的直方图

图3.23显示了本例模型中2个工作站的载荷情况，这儿要关注的是工作时间，准备时间，等待时间，运输时间，空闲时间。



3.6. 可能会出现意外问题

在运行一个仿真系统的时候偶尔会出现一些意外错误，这些意外错误可以分为 2 类：

- 程序错误
- 操作错误

1. 程序错误

解决方法：记得经常保存文件！

当程序出现错误的时候，如果经常保存文件，可以从上一次最后保存的正确文件中恢复过来。上一次保存的备份文件名称为*.dbk 和*.mbk。*为模块名称，例如 Dosimis-3，通过将其后缀.dbk 改为.dar，后缀.mbk 改为.mfs，可以恢复到上一次真确保存的文件。

2. 操作错误

一些错作操作可以导致一些意外错误，在实际应用中经常会发生以下一些问题：

现象：模块的所有参数都输入了，并且参数输入都正确，但是模块还是显示为绿色。

原因：偶然情况下 2 个相同的模块放在同一个位置上，当其中一个模块参数被正确设置后，但是另外一个模块并没有参数设置。

解决方法：将上面的模块移动到另外一个地方，然后按 F5 刷新屏幕，将没有用的模块删除。

现象：查看一些仿真结果统计时候没有结果，返回错误信息。

原因：有些统计结果只是针对部分模块，例如模块占用统计只有缓冲器（在本例中为累积型传送带）和 workstation 模块有。

另外有些操作在连接状态下是不可用的。



4. 实例优化

4.1. 概述

这个小型的生产系统已经被设计出来，现在还需要通过仿真技术来再次检验一下。

在这里需要特别关注的是缓冲器的参数设置和设备运行的控制策略。

系统的布局形式，特别是货物的入口方式以及生产参数，例如工作时间和准备时间在这个设计中是不可以改变的。

本章讲述的一些优化步骤立足于在第 4 章内描述的模型，需要注意的是在实际操作中有些结果分析图是和本书中描写的是不完全一样的。



4.2. 优化步骤

4.2.1. 步骤 1：死锁

开始：

设置动画参数，动画开始时间为 0，动画速度为 30。开始动画，在动画开始很短的时间之后模型出现了自锁，即所有的对象都静止了。如图 4.1 所示。

原因：

在放电器里面存在一个工件，它必须要进入返回缓冲（返修件），可是进入不了，因为返回缓冲已经满了。这个工件导致了这个模型中的所有物料流动停止。

经过仔细观察可以看出，这个模型中包括 2 个物料移动循环。一个小的循环包括梭车，上面工作站前面的缓冲，上面的工作站本身，合并站，放电器和返回缓冲。

大的物料移动循环还包括下面的工作站。在堵塞的情况下，梭车不接受任何工件。梭车的本身控制规定，接纳工件的前提条件是这个被接纳的工件必须能够被送出去，即使不是这么规定的话，工件被接纳之后还是不能再送出去。

一个可能的解决方法是增加返回缓冲的容量，但是这个方法还是会导致死锁，只不过推迟了死锁的时间而已。因为关键的问题没有解决，这个方法是解决不了死锁的问题的。

结论：

这个死锁的真实原因是梭车的错误的优先权策略。进入梭车的返回缓冲的优先权应该高。

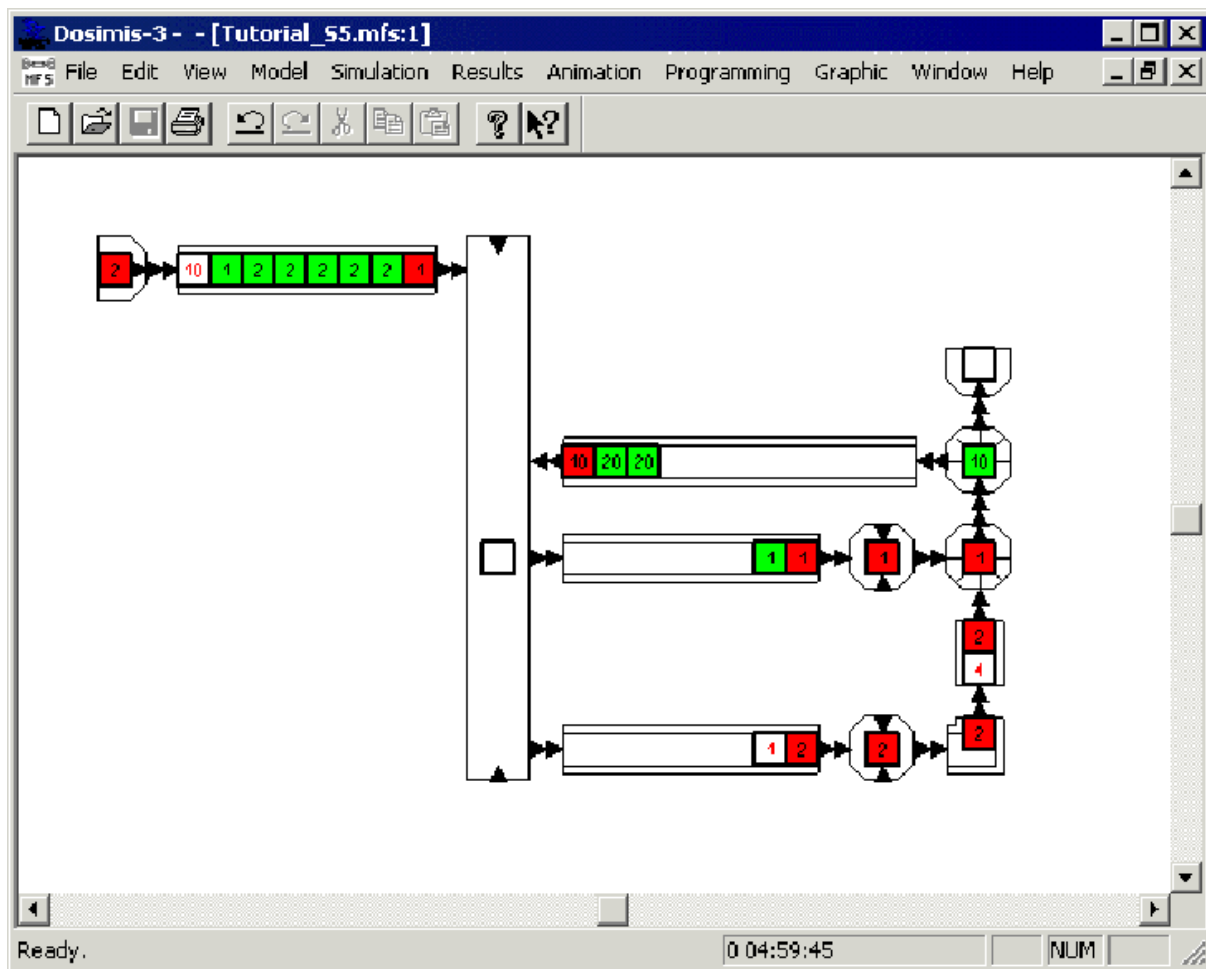


图 4.1 模型自锁

4.2.2. 步骤 2：改变优先权策略

解决方法：

打开校车模块的参数面板，修改入口的优先权如下：

表4.1 入口的优先权

入口优先权策略

入口	优先权
1	2
2	1

优先权1表示具有高的优先权，优先权2具有较低的优先权。

现在重新运行仿真。点击主菜单模拟下的开始子菜单。

开始：

- a) 通过入口源和入口源后的累积型传送带的占用图（图4.2）可以看出，经过很短的时间，累积型传送带模块已经满了。入口源模块可以容纳100个工件，这也就意味着一个百分比对应着一个工件或者托盘。经过5小时之后，入口源模块中已经聚积了80到90个工件。

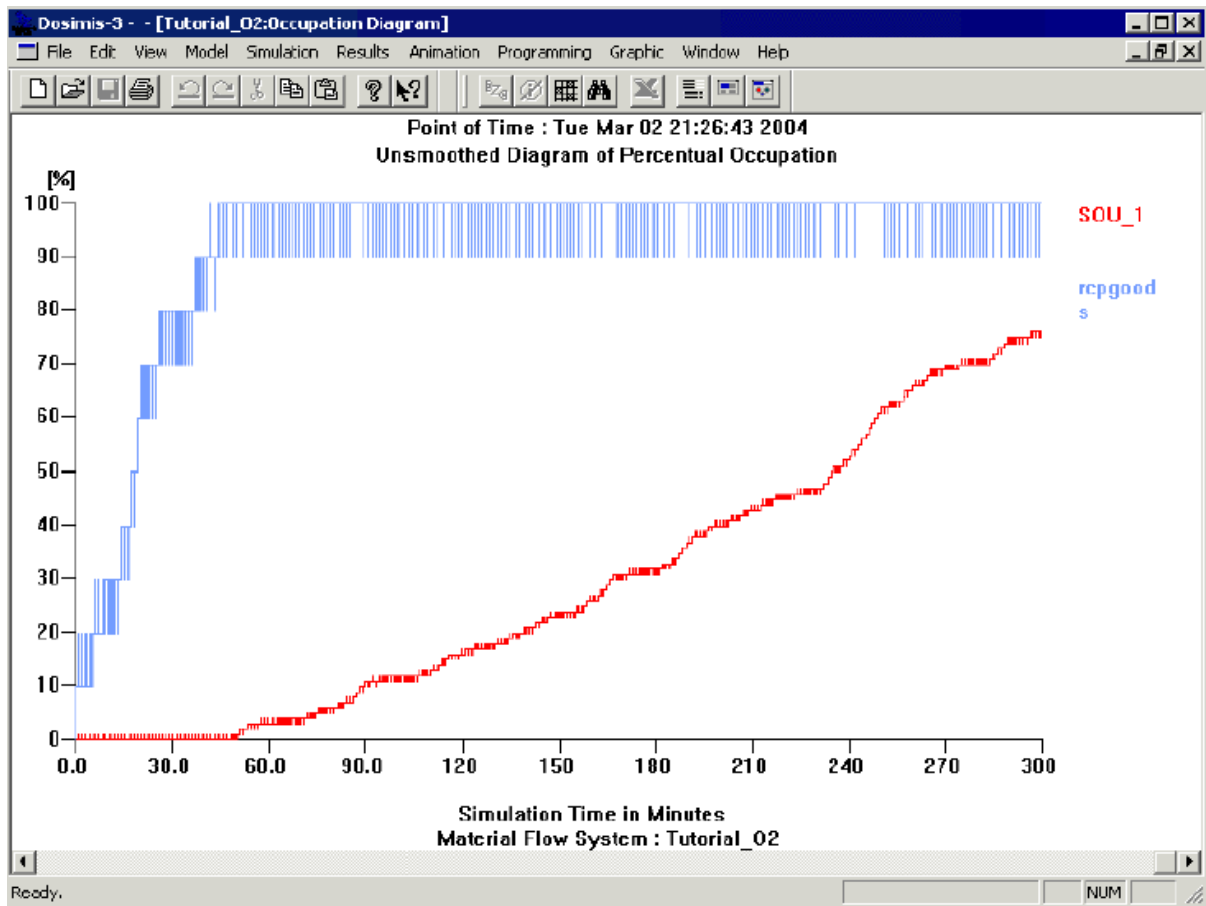


图4.2 入口源和入口源后的累积型传送带的占用图

- b) 通过察看工作站的状态直方图（图4.3）可以看出，有20%左右的时间都在空闲状态。

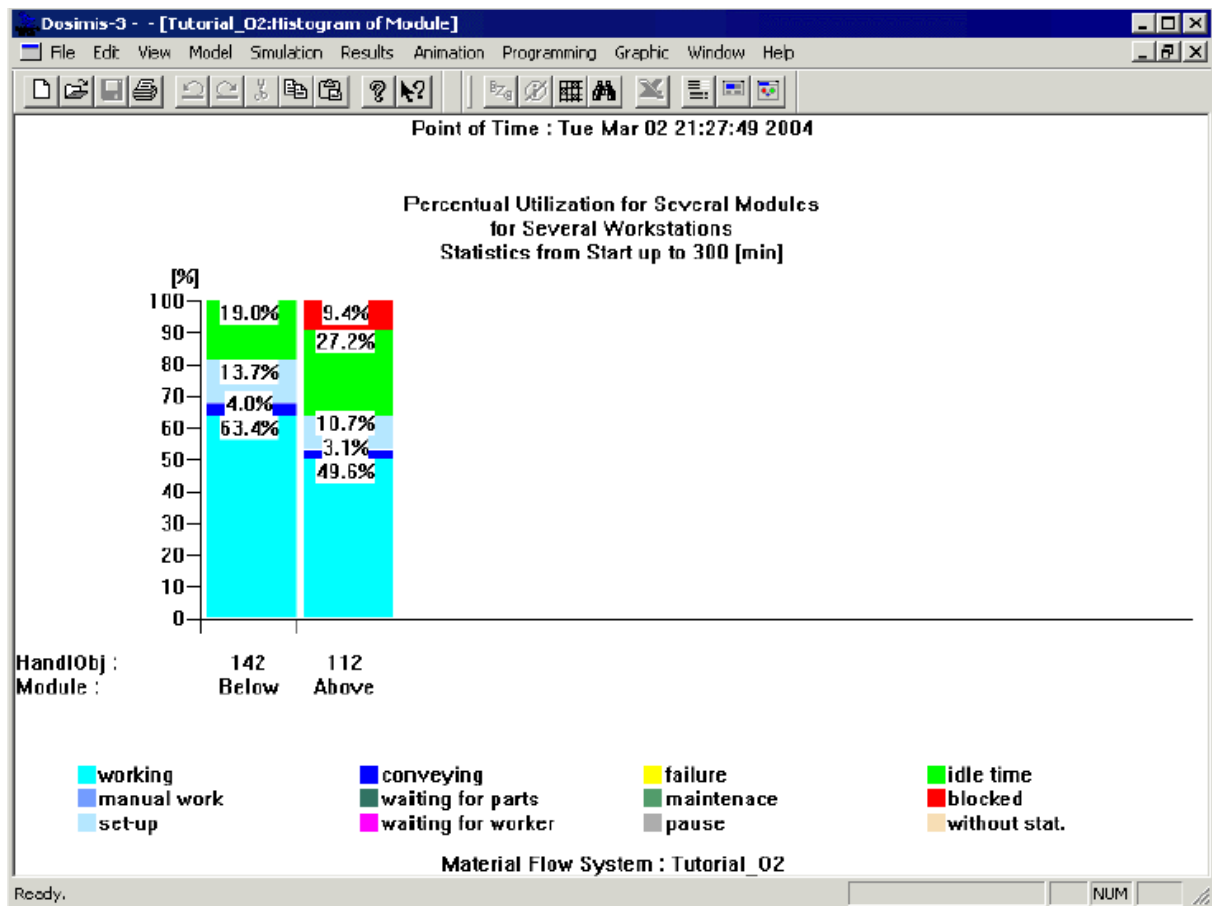


图4.3 工作站的状态直方图

- c) 通过察看校车模块的状态直方图（图4.4）可以看出，这儿也存在空闲时间，虽然这个比例相对要小。

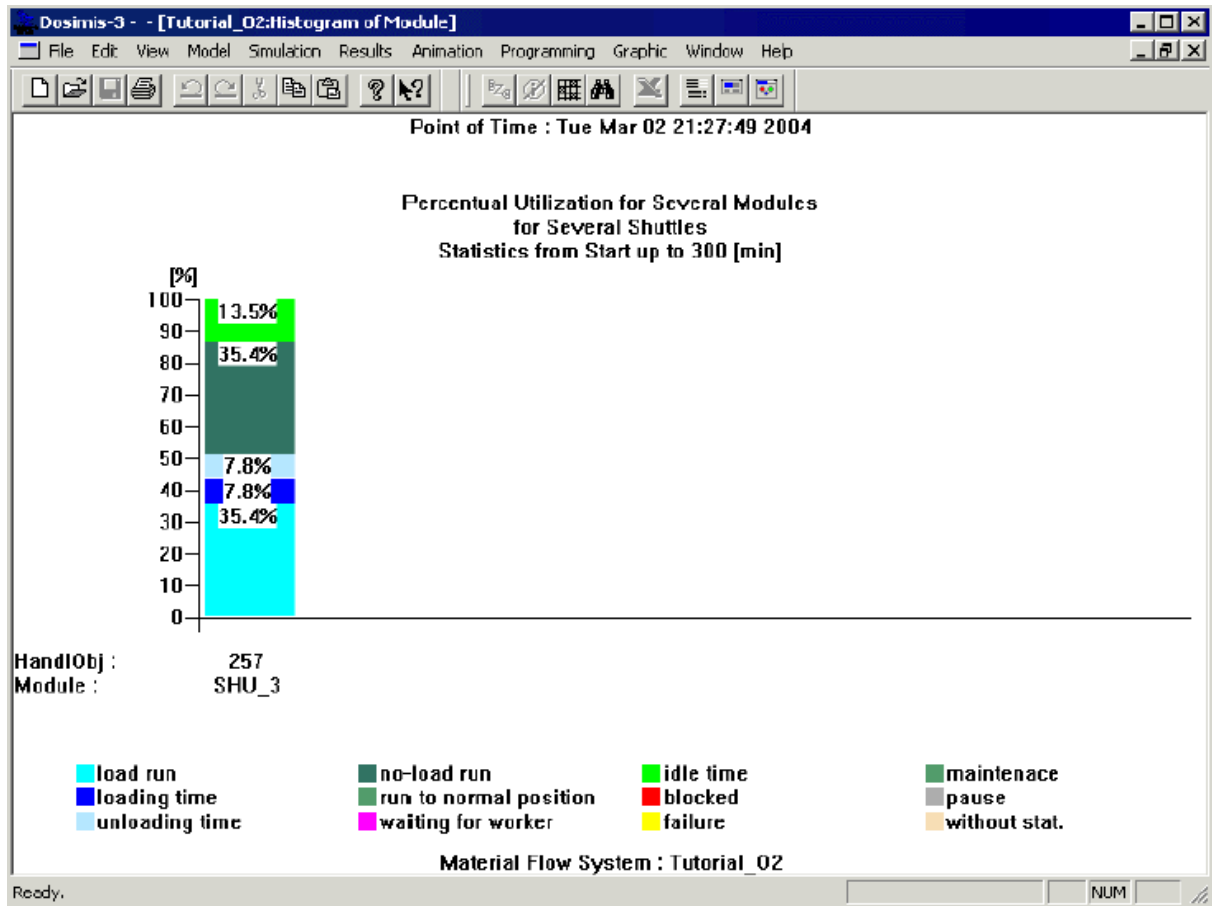


图4.4 校车模块的状态直方图

结论:

工作站和校车模块都有等待时间，可是在入口源模块中还是聚积了很多工件。

原因:

产品类型1和类型2以随机顺序到达。在长时间内这2种类型产品的数量将逐渐平衡，但是在短时间内，这2种产品到达的数量是不平衡的，要不是类型1多一点要不就是类型2多一点。

在校车和工作站模块之间的累积型传送带的缓冲容量太小。这样导致一个工作站前面的累积型传送带经常是满的，如果这时候恰好入口源模块要输出的产品类型与这个相同，那么此时校车将停止运输产品并且等待，而另一个工作站前面的缓冲则经常为空，那么这个工作站同样只有等待。

原则上来讲，上述问题有不同的解决方法：

a) 在入口源模块中分类送出工件。类型1和类型2将以批量1或者2送出。

缺点:

前面的系统必须承担分拣的任务，这个问题将被向外转移。并且返修件的随机数量也会导致有规则分类的混乱。

b) 按照工作站的工作量在2个工作站上动态分配产品类型1和类型2。



缺点：

这将会导致在产品类型1和类型2之间工作转换的高的准备支出并且高灵活度的工作站需要昂贵的投资。

c) 在货物入口处，从入口源到2个相邻的分类轨道上进行产品的预先分类。

缺点：由于2个工作位置的频繁交换同样会导致堵塞。

d) 增大梭车和工作站之间的累积型传送带的容量。

4.2.3.

步骤 3：增加缓冲容量

解决方法：

这个步骤中将使用解决方法 d)。在梭车和工作站之间的累积型传送带的缓冲容量将被增大。典型的容量是 4 或者 5。

下面将继续运行仿真。

开始：

入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图（图 4.5）显示，入口源模块中的工件聚积数量减少很少，这说明这个解决方法是没有效果的。

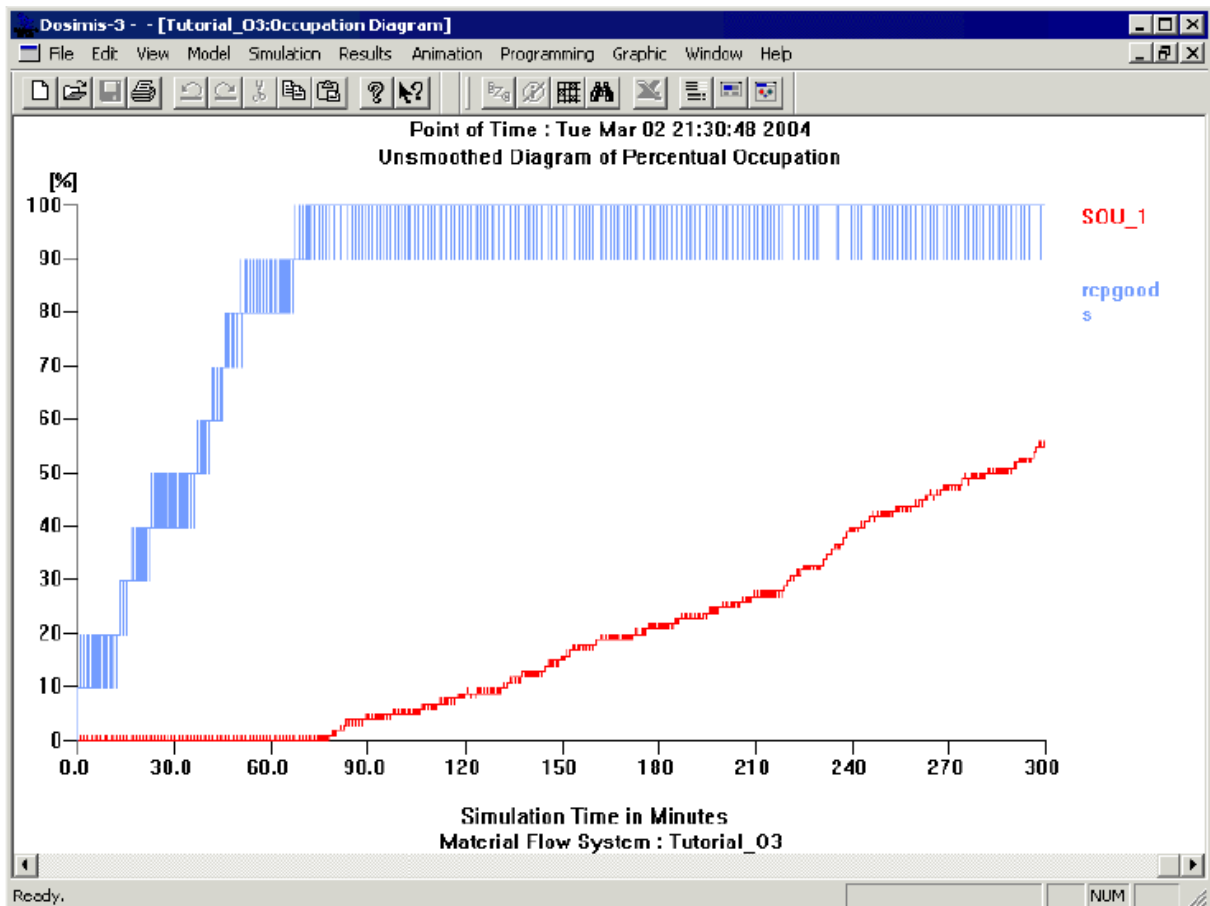


图 4.5 入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图

原因：



直接的原因现在还不清楚，但是在步骤 2 中的分析还是有效的。

结论：

仿真技术提供了一个分析实情的机会，就是不需要实际的投资。

步骤 2 中的具体方法是增加关键缓冲模块的容量。这必须被检验，当真的提高缓冲容量的时候是否真的能够解决问题。

解决方法：

工作站前的缓冲容量继续增加。这次增加到不太现实的 10。

现在继续运行仿真。

开始：

入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图（图 4.6）显示，不像想象的那样，缓冲容量的增加对于入口源模块的聚积问题的解决的效果不明显。

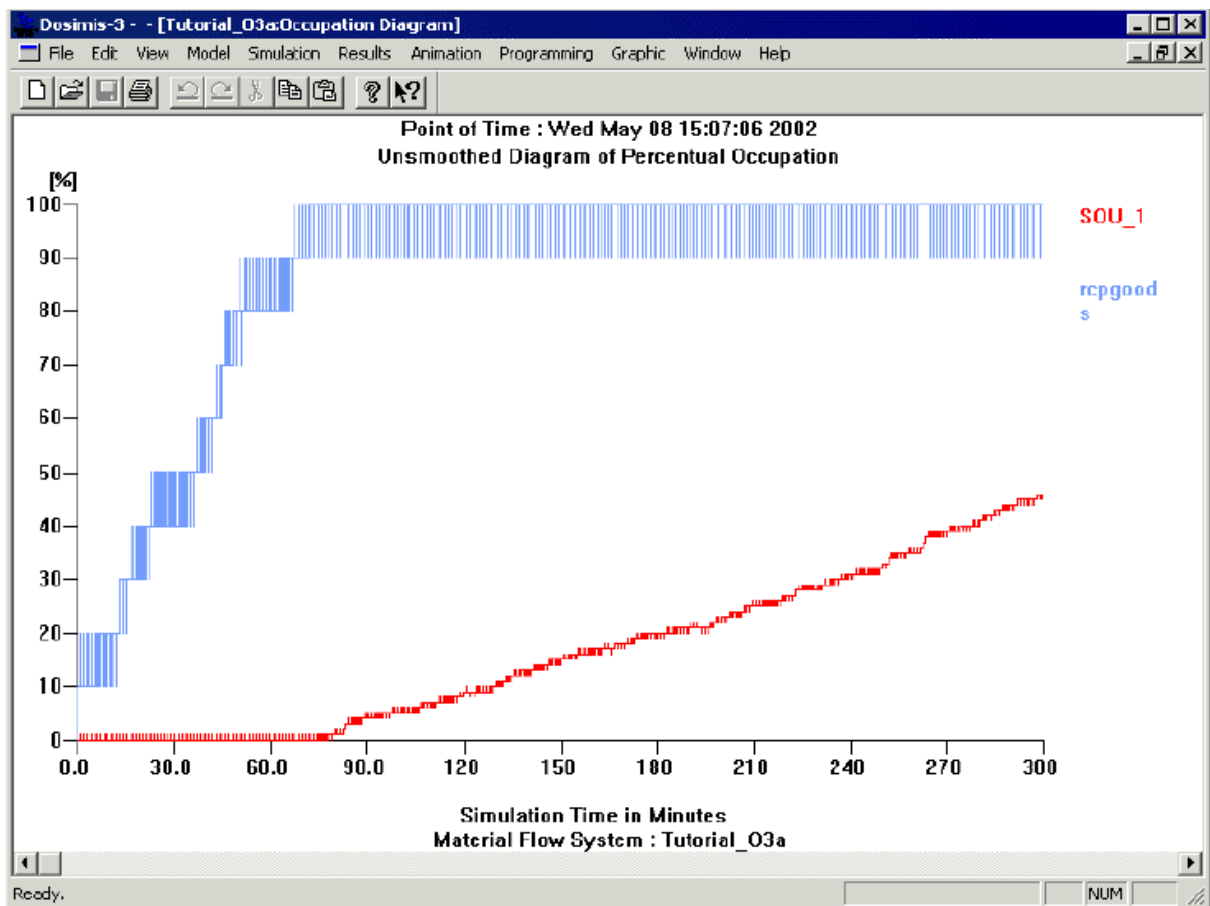


图 4.6 入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图

2 个工作站的前面的缓冲占用直方图（图 4.7）显示，实际上这 2 个缓冲从来没有满过。

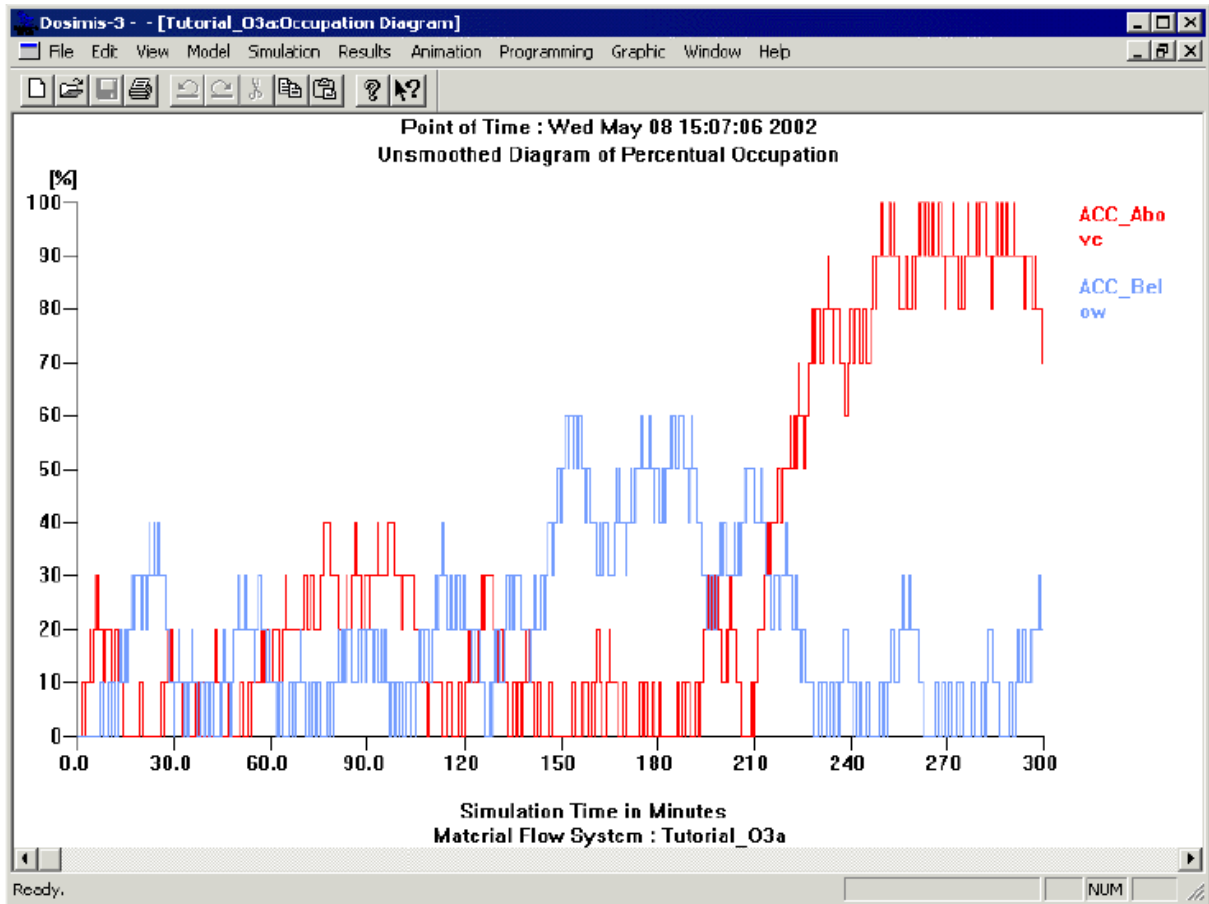


图 4.7 2 个工作站的前面的缓冲占用直方图

结论：

校车一定是个瓶颈，因为校车前面的缓冲一直处于满的状态，而校车后面的缓冲很少是满的状态。通过观察校车的占用直方图可以看出，校车基本上没有等待时间。

4.2.4. 步骤 4：加快校车模块的速度

解决办法：

校车的速度必须提高。一个经济上和技术上都有意义的可达到的值是最大速度 2 米/秒。

在校车模块上双击鼠标左键打开参数面板，修改最大速度为 2m/s。

下面继续运行仿真。

开始：

入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图（图 4.8）显示，入口源模块的聚积情况大大改善。

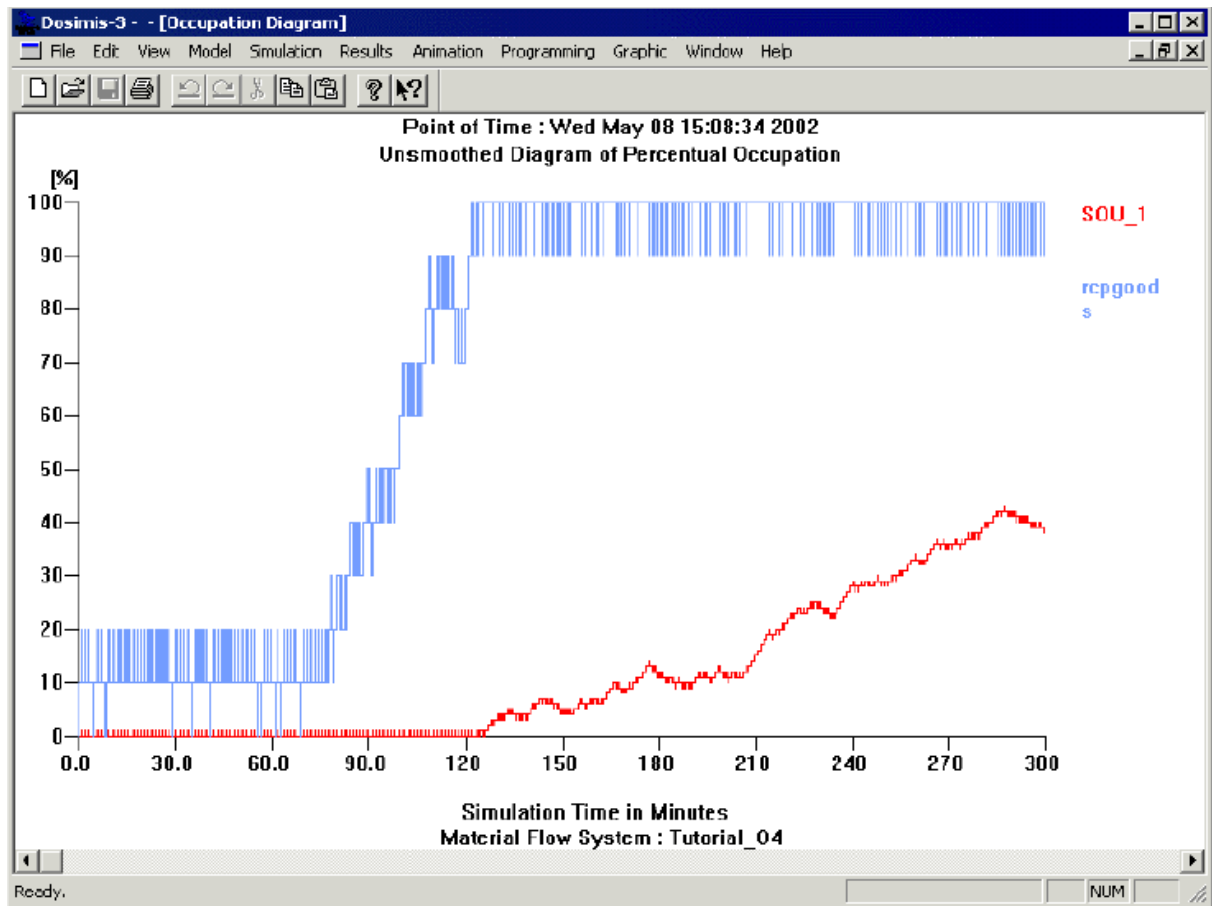


图 4.8 入口源模块和之后的累积型传送带模块的占用图

工作站的状态直方图（图 4.9）显示，上方的工作站有较高的封锁时间（红色部分，大概占 20%）。

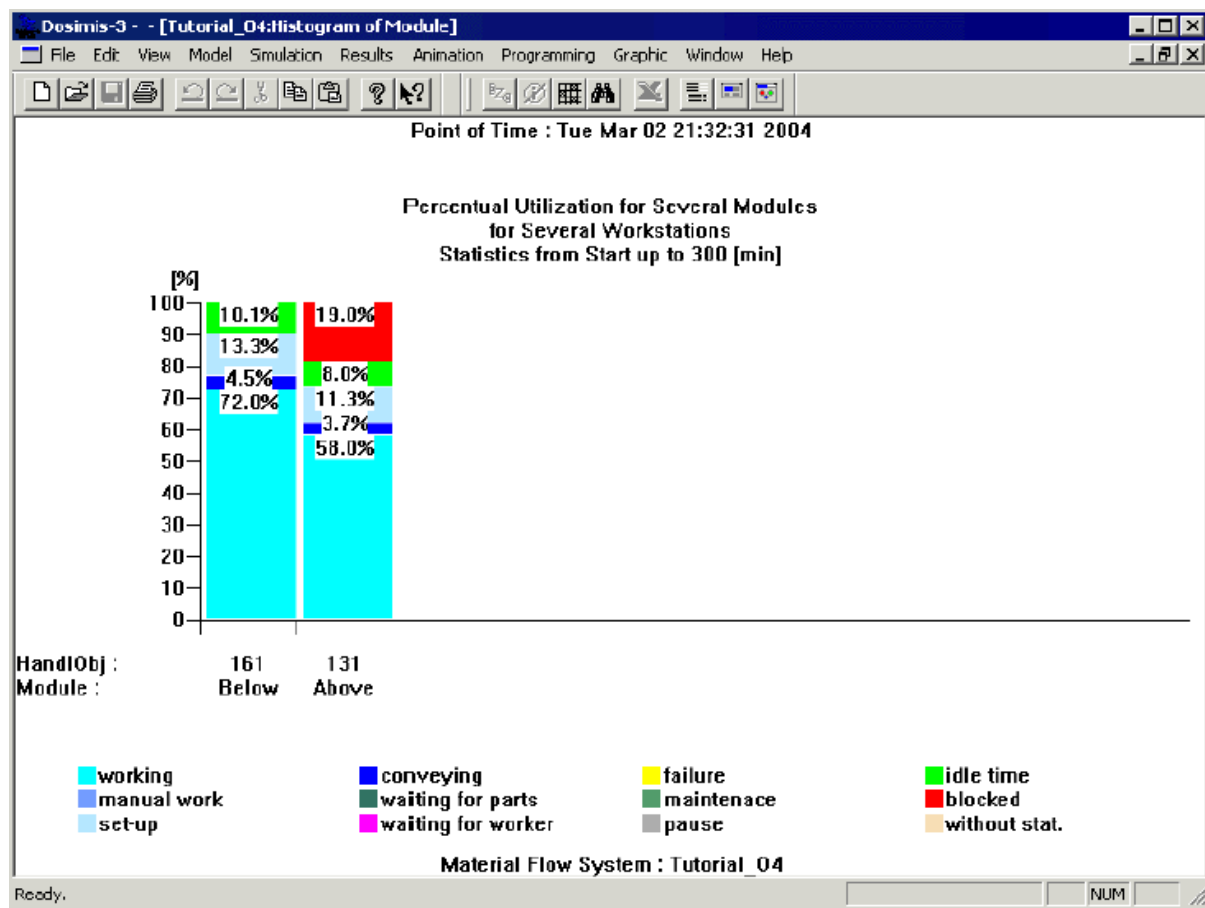


图 4.9 工作站的状态直方图

原因:

由于出口槽的波动的工作效率导致了在出口槽模块前的较长的等待时间。这种封锁情况一直出现在上面的工作站，因为下方的工作站后面有缓冲。

4.2.5. 步骤 5：改变合并站的优先权策略

解决办法:

改变合并站模块的优先权策略，直接从上方工作站进入的工件具有较高的进入优先权（优先权为 1），而下方工作站出来的工件优先权较低（优先权为 2）。

开始:

通过观察入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图可以看出，这个措施是没有效果的。

原因:

合并站的堵塞是由出口槽模块的处理时间是动态的造成的，进入优先权的改变基本上不会改变这种状况，合并站的堵塞依然会存在。下方的工作站基本上不受影响，是因为下方工作站离出口槽模块的距离要比上方工作站近。上方工作站的堵塞导致其前面的缓冲被占满，这个缓冲将不能够继续接受类型 1 的对象。一个满的缓冲是没有缓冲——它已经失去其工作能力了。



4.2.6. 步骤 6: 在出口槽模块前添加缓冲

解决办法:

在出口槽模块前增加一个容量为 10 的缓冲（其他参数与工作站前的缓冲模块一样），即累积型传送带模块。最好是从已经存在的模块中拷贝一个过来。

模块添加好之后，模型如图 4.10 所示。

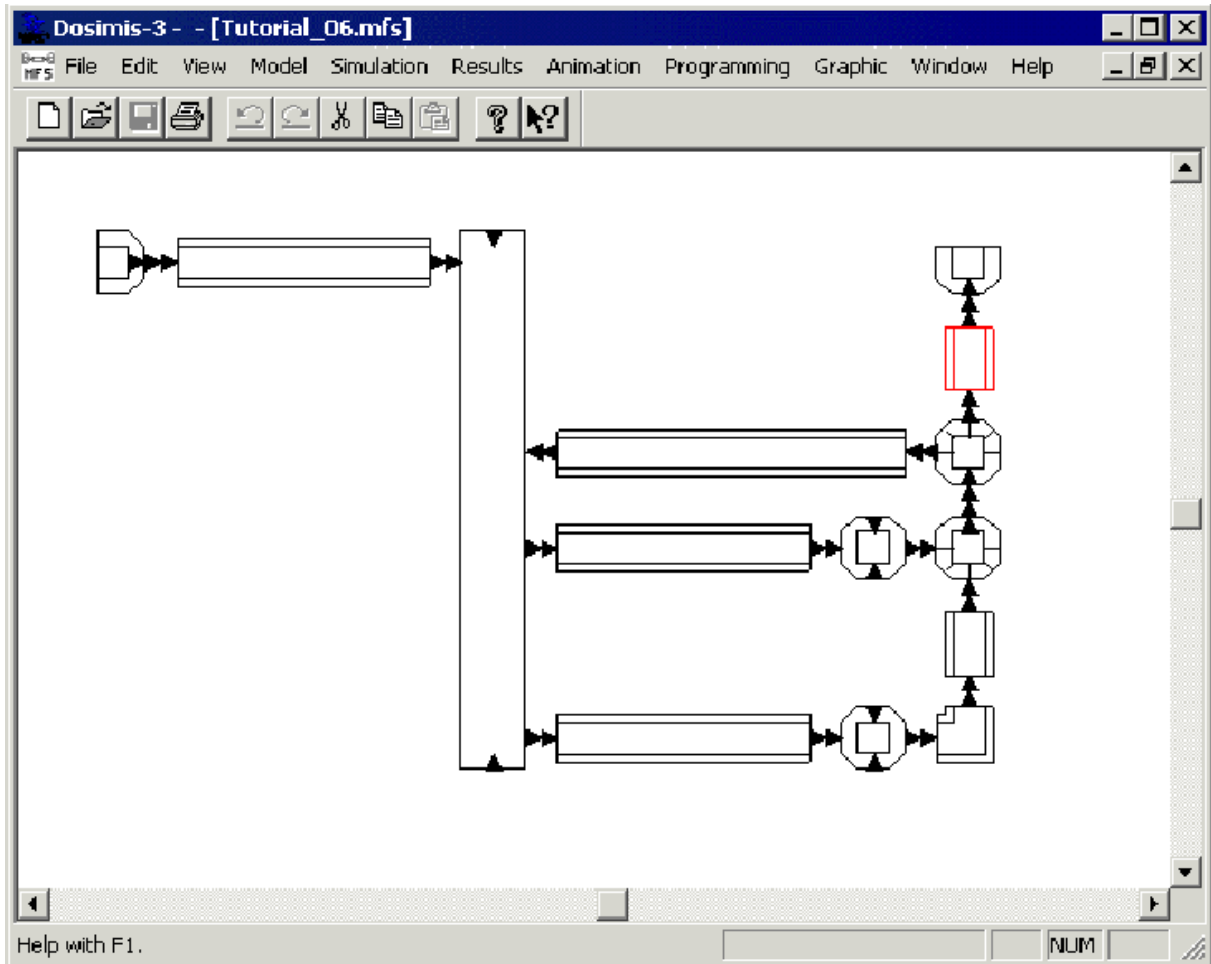


图 4.10 修改好的模型

现在开始运行仿真。

开始:

现在观察入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图，如图 4.11 所示。

入口源模块的聚积状况得到了一定的改善，但是还是有一些聚积。这种情况只有加长仿真的时间来观察。根据计算机的速度将仿真时间增加到 6 小时或者 10 小时。

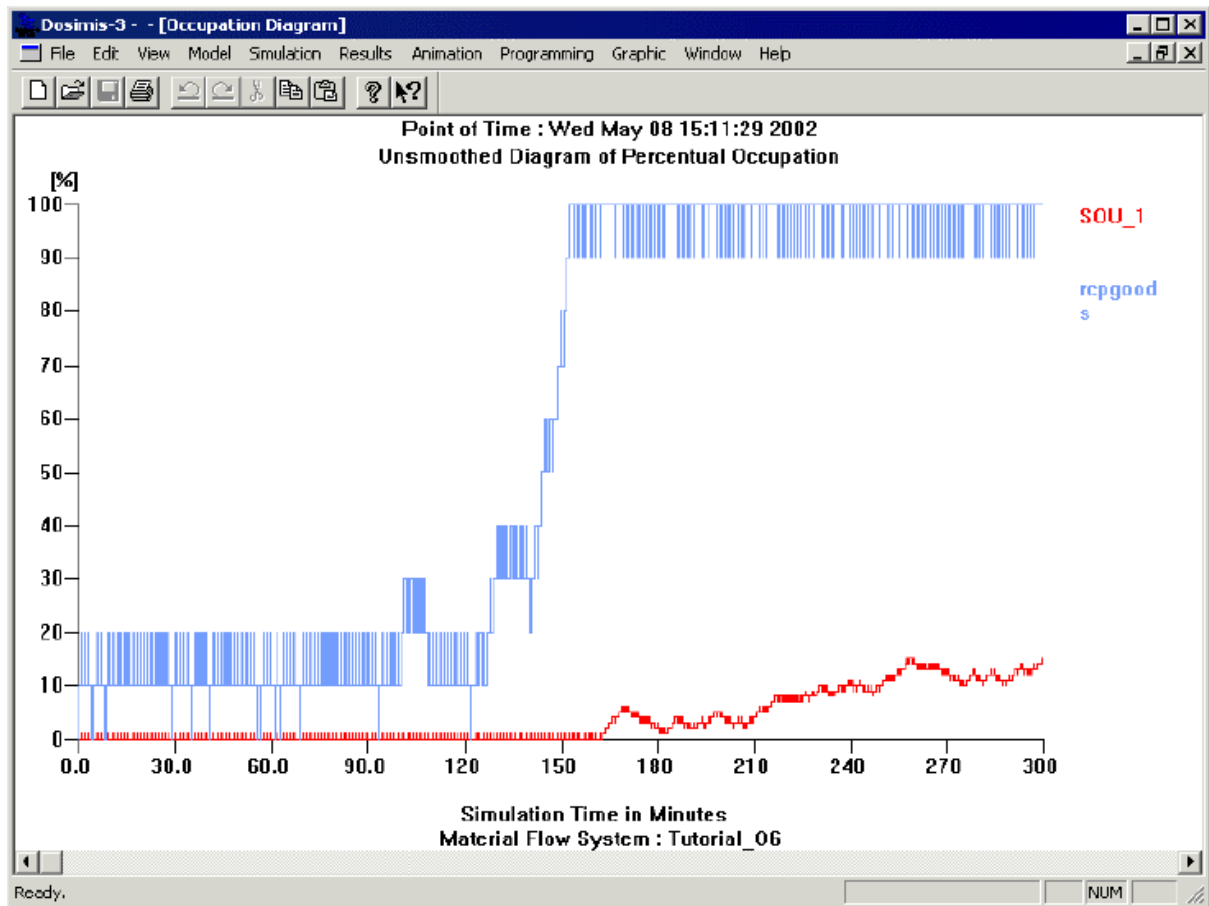


图 4.11 入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图

再次仿真，从观察入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图看出，这个系统还是不稳定。如图 4.12。

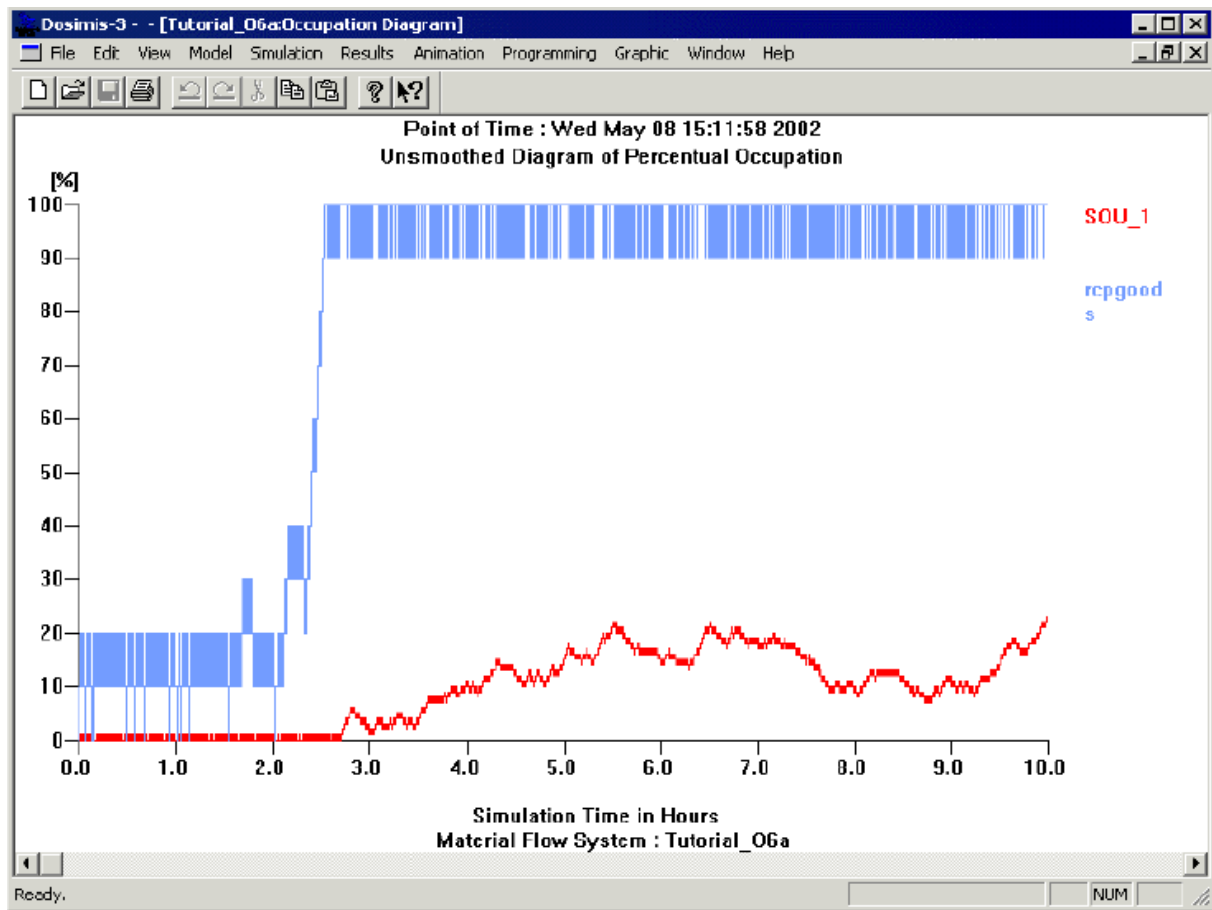


图 4.12 入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图

现在来看看工作站的状态直方图（图 4.13）。从图中可以看出，这 2 个工作站还是有空闲时间存在，这出现在任何缓冲满或者工作站供应不足的情况下。工作站基本上到达了他们的工作能力上界。

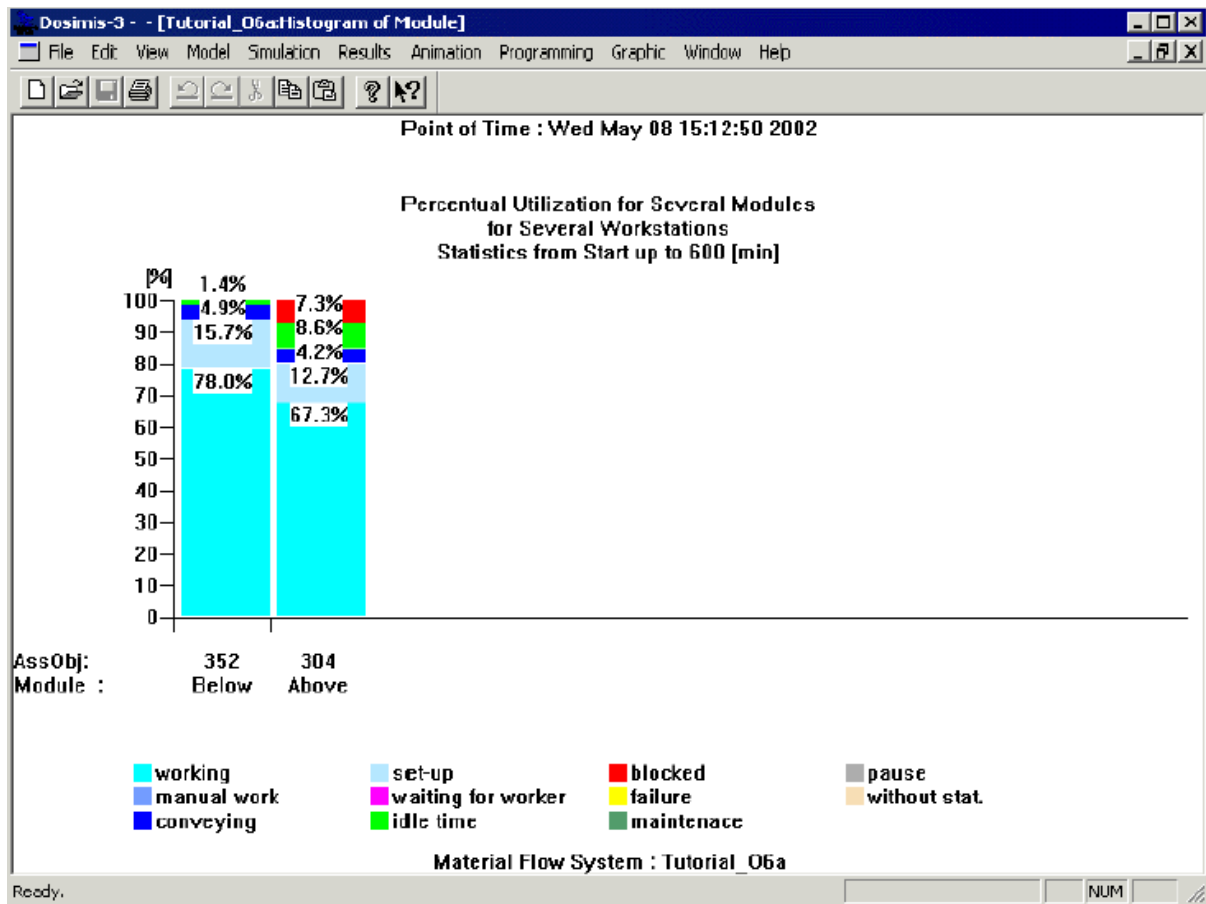


图 4.13 工作站的状态直方图

原因:

因为工作站以及达到他们的工作能力上界，所以堵塞是不可避免的，从工作站前面缓冲的占用图（图 4.14）可以看到，他们交换着是满的。

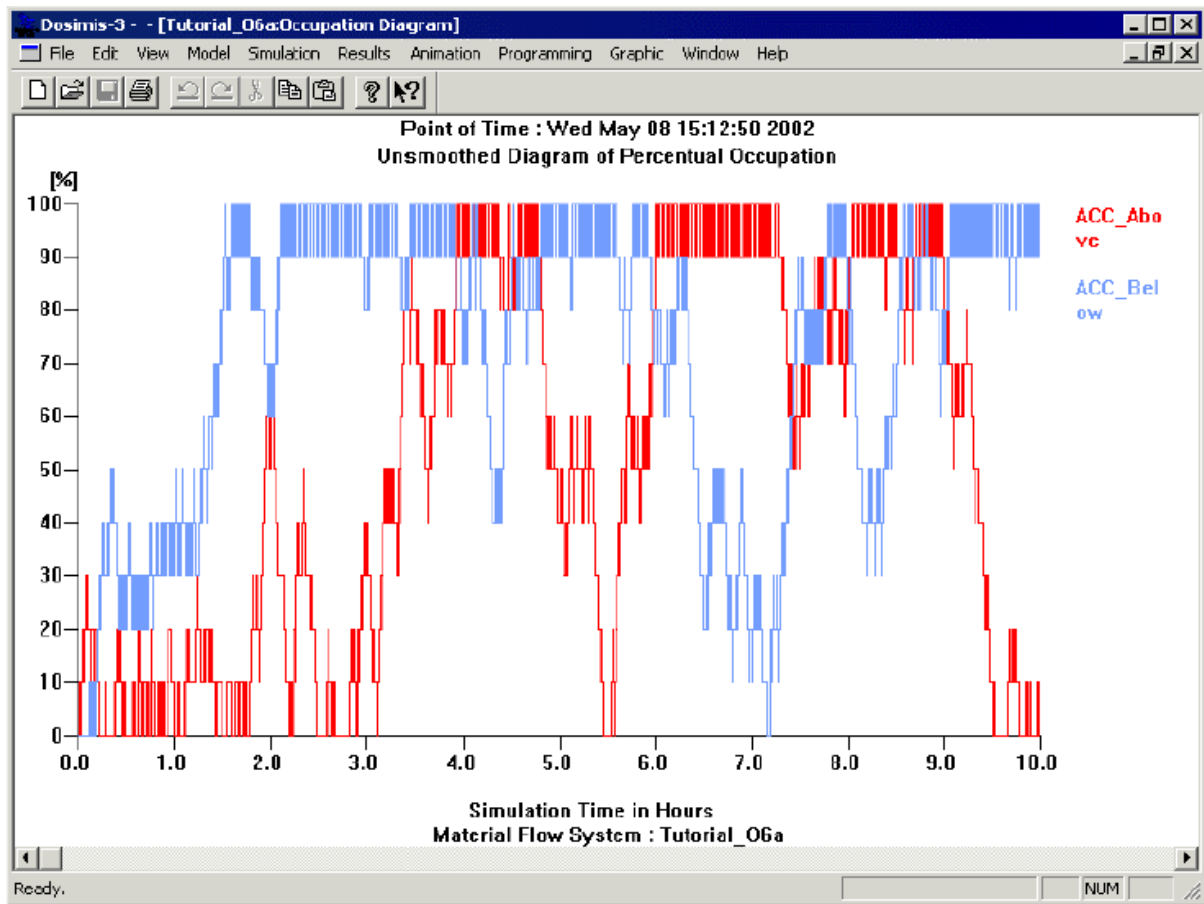


图 4.14 工作站前面缓冲的占用图

结论：

由于系统的能力已经耗尽并且现在工作站以及形成了瓶颈，所以现在唯一的解决办法是利用充分利用工作站的工作能力。

4.2.7. 步骤 7：工作准备时间优化

通过将梭车的进入优先权的改变，即将返修件的优先权提高，避免了步骤1中的死锁现象，但是这也间接地带来了工作站工作准备时间的增加。减少工作站的准备时间是很有意义的。一个可能的措施是将返修件集中处理，在Dosimis-3中这个可以由 **bulk conveyor** 模块实现。

现在将返修件的缓冲模块换成**bulk conveyor**模块和累积型传送带模块，累积型传送带模块的容量为4。

Bulk conveyor模块的参数如下：

长度： 8 m

运输速度： 0.2 m/sec

容量： 8

这个长度是模块的整体长度，运输速度确定了排空时间。

模块添加好之后模型如图4.15所示。

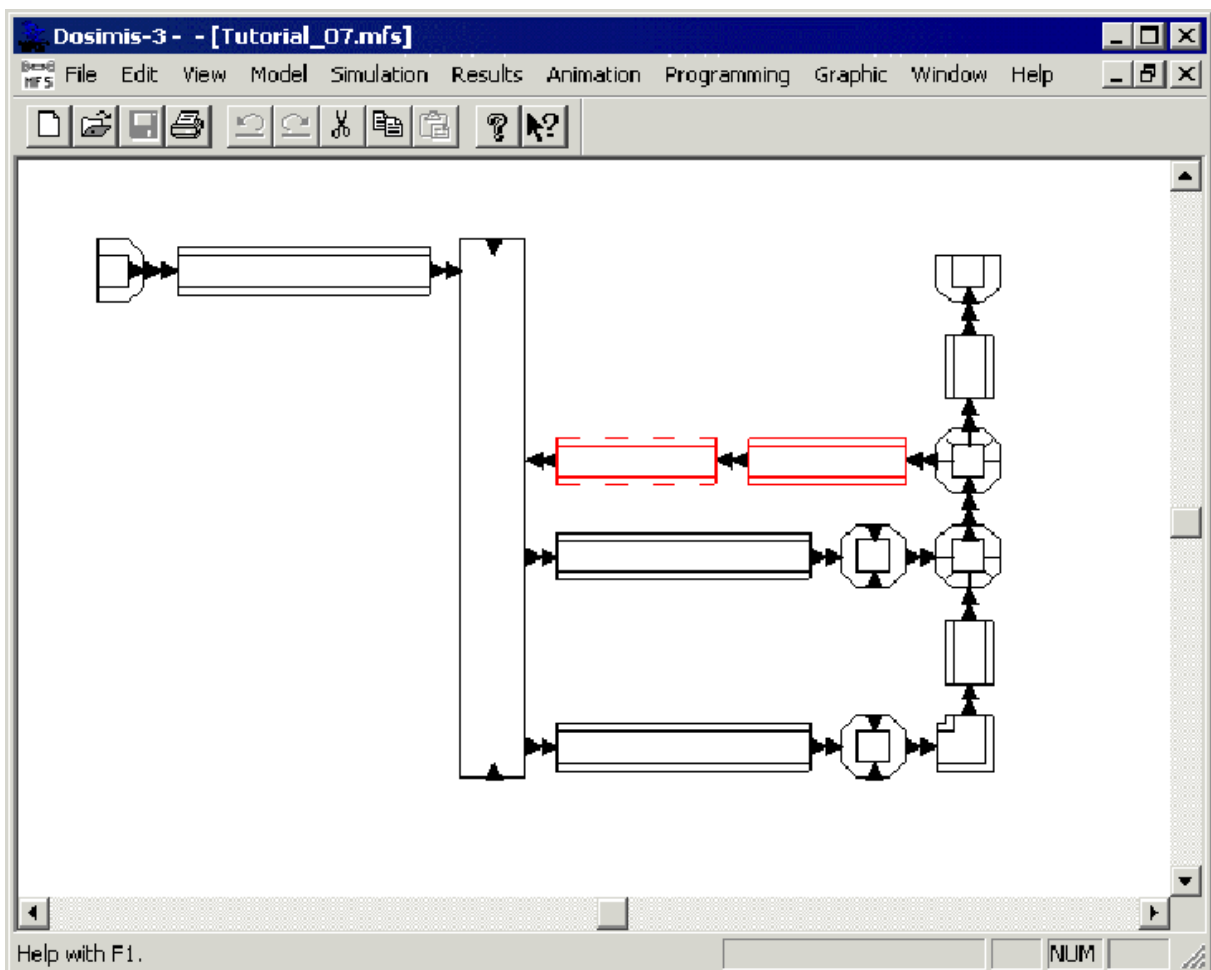


图 4.15 修改后的模型

在 **Bulk conveyor** 模块和放电器模块之间还有一个累积型传送带模块。这是因为在 **Bulk conveyor** 模块进行排空的过程中，他不接受任何工件，这可能会导致堵塞，累积型传送带模块在 **Bulk conveyor** 模块排空的过程中接收工件，从而避免了堵塞的情况发生。

然后继续运行仿真。

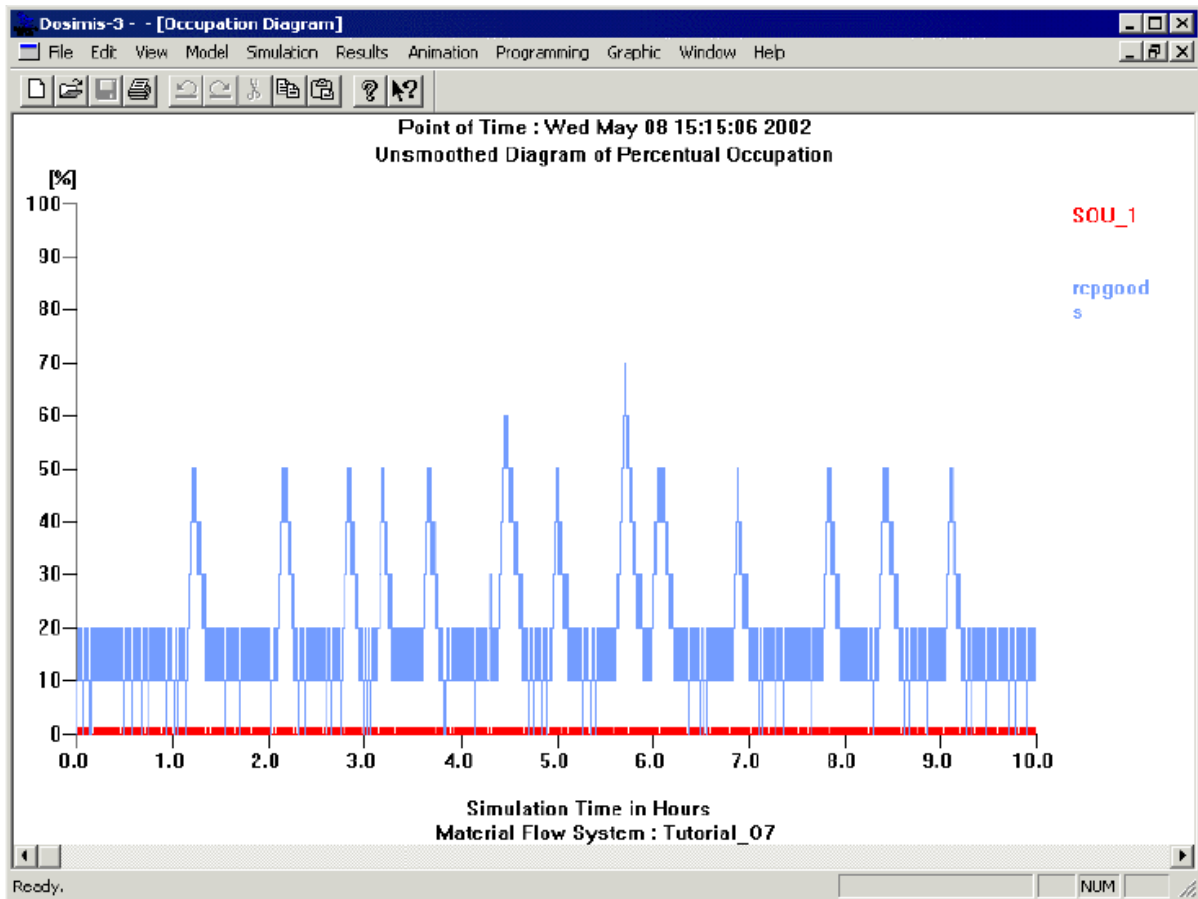


图 4.16 入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图

从图 4.16 看出，在入口源模块没有出现聚积现象，系统能够处理预定的任务。但是整个系统的缓冲量是很大的，因为出口槽模块前的缓冲经常是满的。如图 4.17 所示。

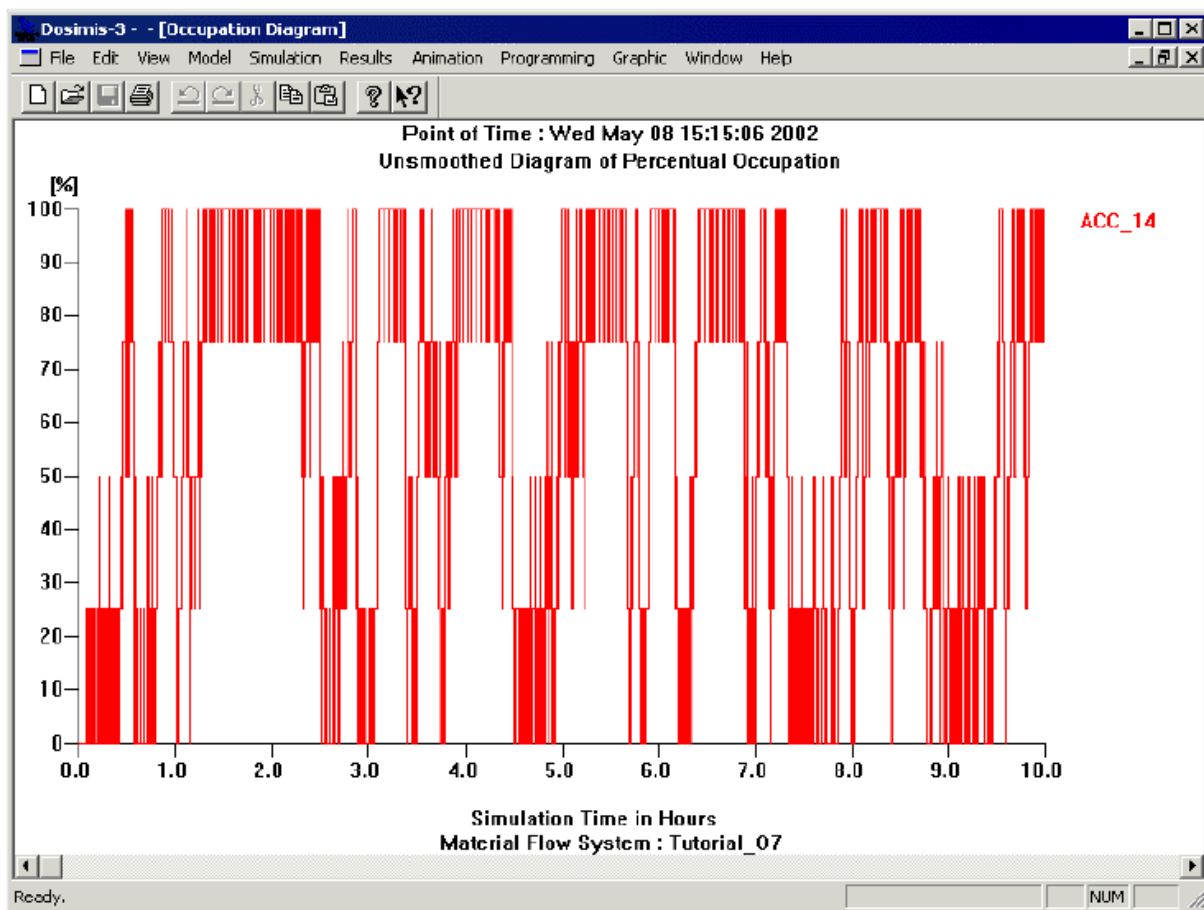


图 4.17 出口槽模块前的缓冲占用图

原因:

这个问题还是由于出口槽模块引起, 因为出口槽模块的处理时间为指数分布, 这经常导致了在系统中的很高负载。

4.2.8. 步骤 8: 调整出口槽

解决方法:

通过企业里的管理措施, 例如避免抽烟休息等等, 将出口槽模块的工作负荷的时间分布均匀化是可能的。

在这里将检查将出口槽模块的接收时间改为正态分布之后的情况。值还是为 55 秒, 但是偏差改为 5 秒。

下面运行仿真。

开始:

从观察入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图(图4.18)看出, 入口源模块没有聚积现象, 而后面的累积型传送带模块只有在**bulk conveyor**模块进行清空的时候会出现一些堵塞的情况。

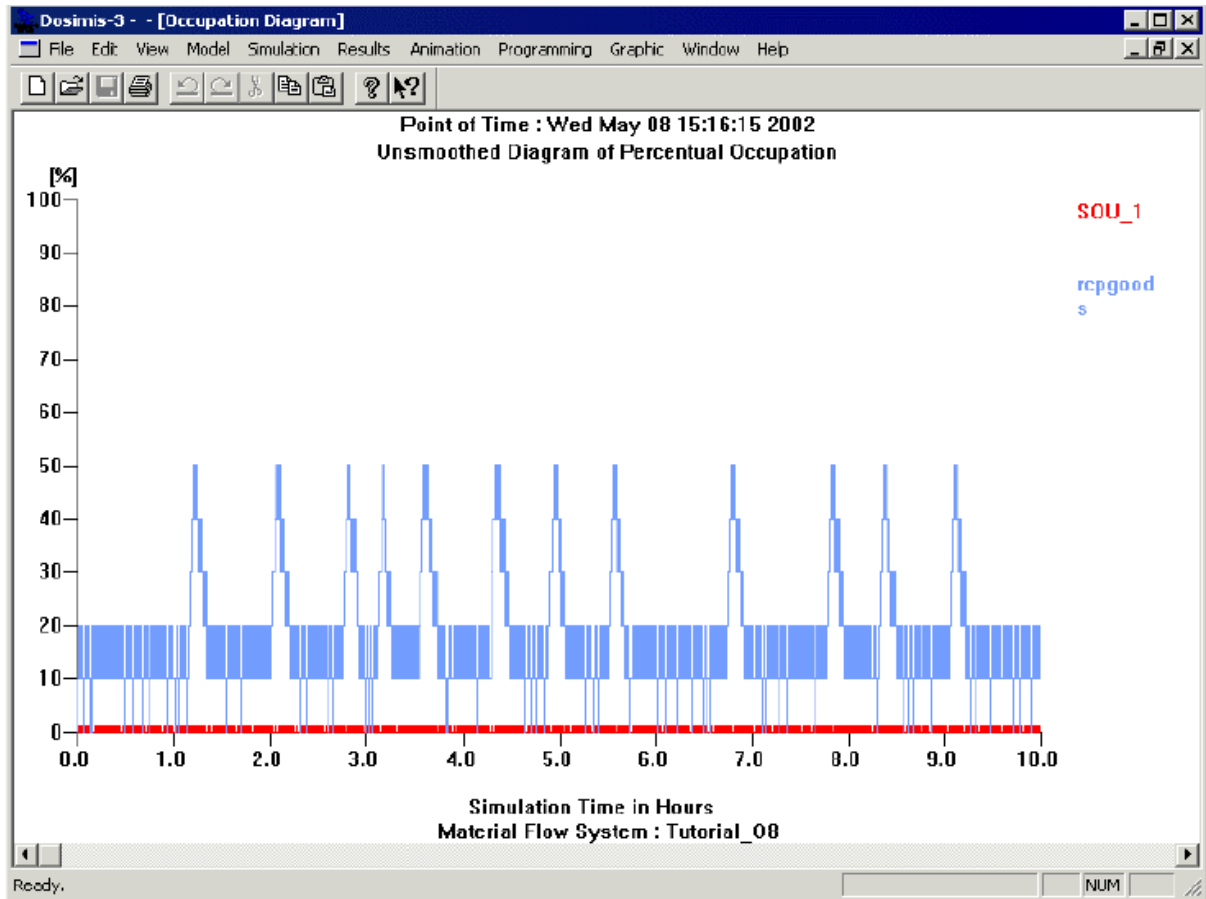


图4.18 入口源模块和其后的累积型传送带模块的占用图

从工作站的状态直方图（图4.19）可以看出，工作准备时间显著减少并且空闲时间也有所降低，大约15%。

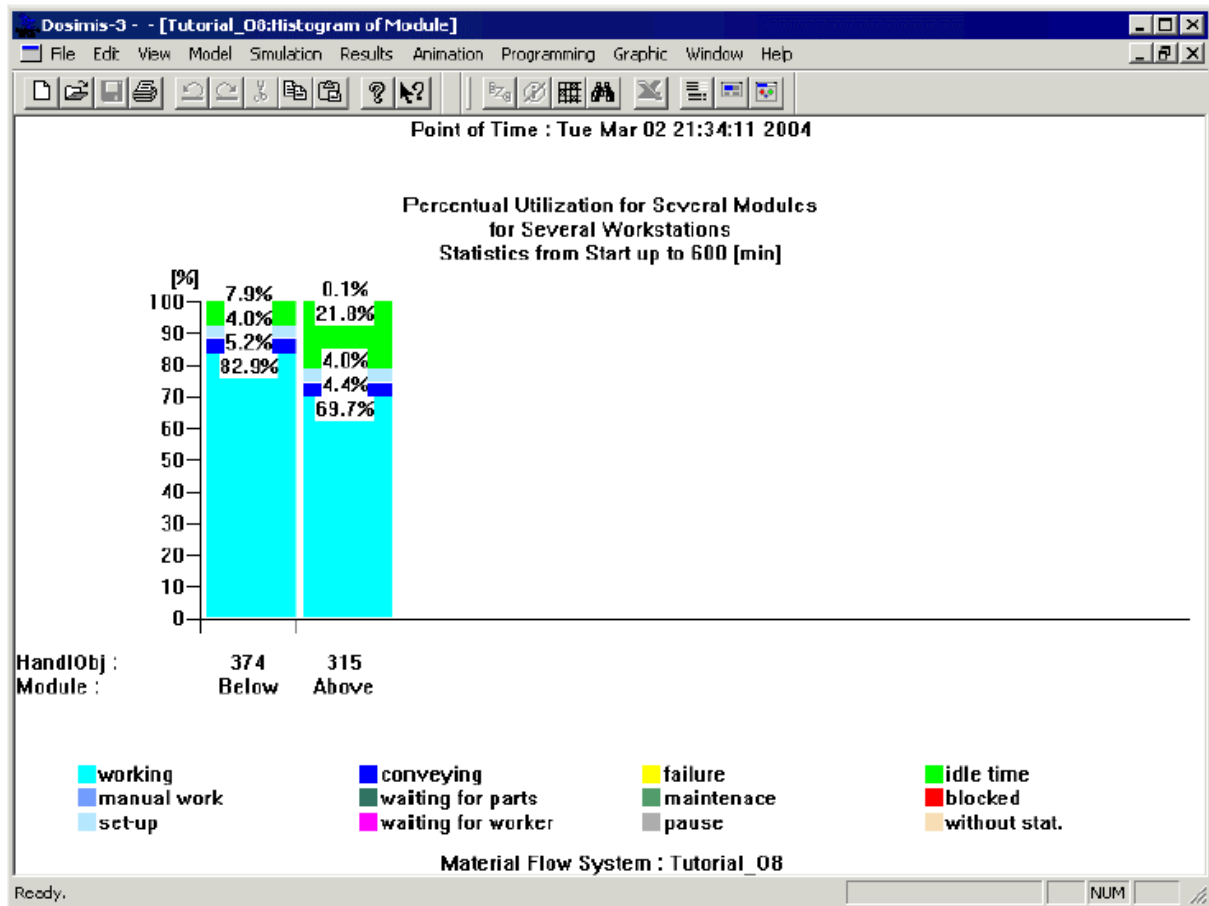


图4.19 工作站的状态直方图

从出口槽模块前的缓冲占用图（图4.20）可以看出，容量的占用基本上在50%以下，并且很少超过3个工件的情况。

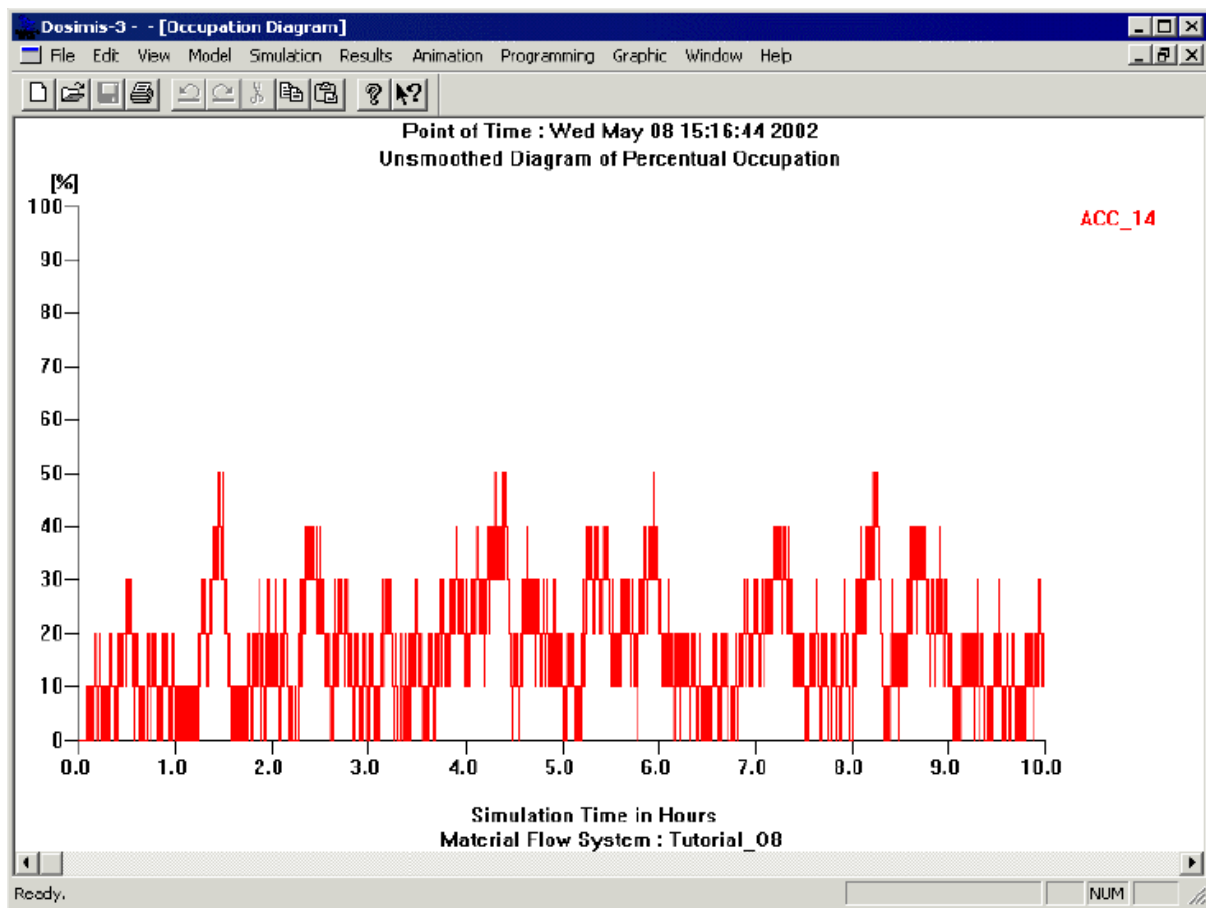


图4.20 出口槽模块前的缓冲占用图

原因:

通过修改出口槽模块的接收时间分布, 它前面的缓冲基本上不需要了。

4.2.9. 步骤 9: 减少出口槽模块前的缓冲容量

解决方法:

出口槽模块前的缓冲容量减少到 2。

现在运行仿真。

开始:

入口源模块及其后面的累积型传送带模块的占用图以及工作站的状态直方图显示, 出口槽模块前缓冲的减少并没有给系统带来什么影响。

打开主菜单结果/通过时间统计, 调出如图4.21所示的通过时间统计。在这个统计中将现实对象类型1和类型2从入口源模块到出口槽模块的最大时间, 最小时间和平均时间。从图4.21中可以看出, 对象最长在模型中停留了将近2个小时! 平均时间也达到了15到20分钟, 最短为5分钟。

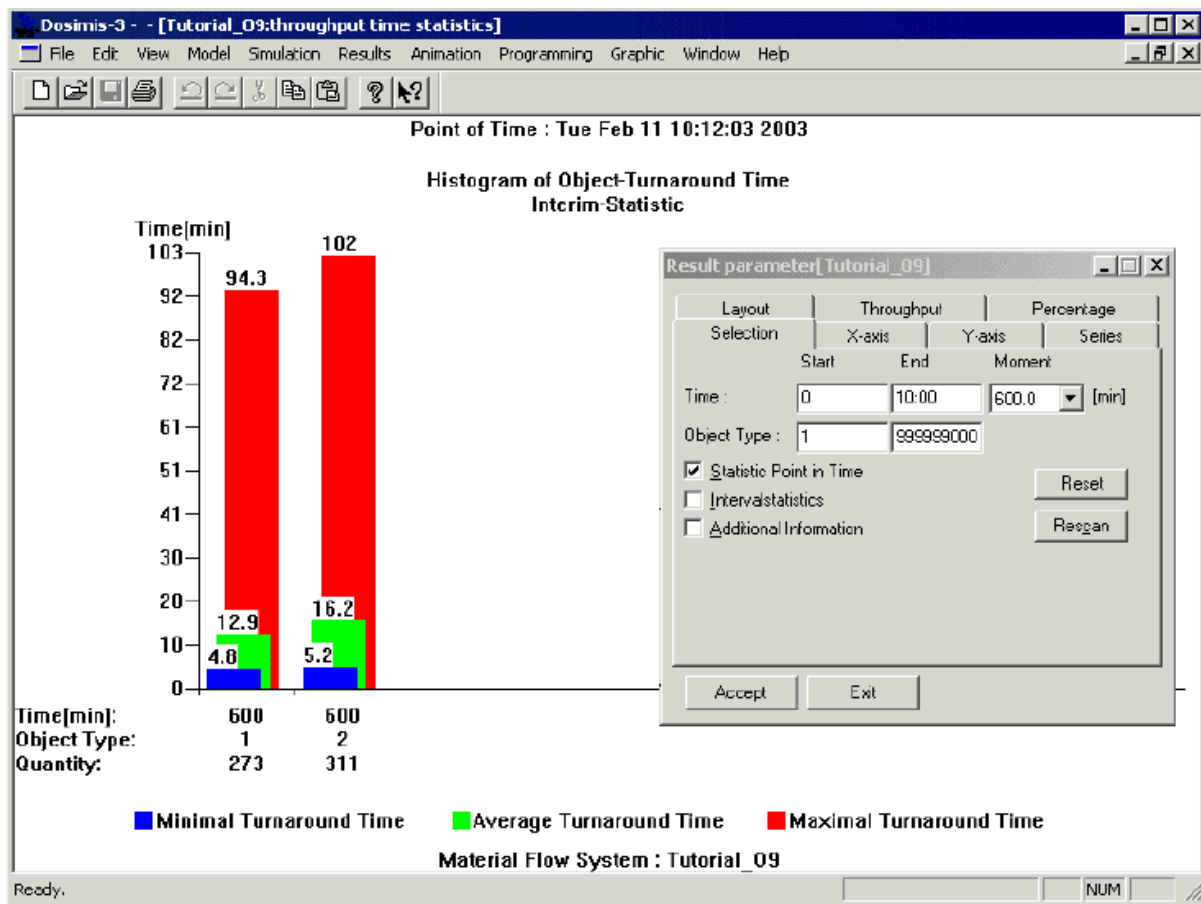


图4.21 通过时间统计

4.2.10. 步骤 10: 减少工作站模块前的缓冲容量

继续优化:

缓冲占用高的原因已经在步骤 9 解释了。当然，如果缓冲的变化对物料通过量没有多大的影响，那么继续减少缓冲会怎么样呢？减少缓冲有如下几种可能：

- 继续减少出口槽模块前的缓冲。
- 减少 **bulk conveyor** 模块的缓冲。这就减低了返修件返回的批量，结果造成工作站准备工作的提高。
- 减少工作站模块前的缓冲。
- 减少入口源模块后的缓冲。

是否减少缓冲完全依赖于企业的目标。虽然缓冲的减少将会节约企业的投资，缓冲的减少将会减低企业生产的灵活性和活动余地，在入口源模块发生波动或者某个系统环节不稳定的时候，很容易造成系统堵塞。

解决方法:

可以通过系统仿真的方法来检验缓冲的减少是否会给系统带来不利的影响。

把工作站前面的缓冲从 10 减少到 8。



4.2.11. 步骤 11：企业调整

继续优化：

系统设计者经常需要面对这样的问题，即如何来继续提高系统的工作能力，例如使用管理上的一些方法。例如在本例中如果将返修件外包出去，是否能够将生产能力提高 20%？这个问题需要通过仿真来验证。

解决方法：

提高入口源模块和出口槽模块的生产节奏。也就是说将入口源模块的生产间隔时间和出口槽模块的接收时间降低 20%，即：

入口源, 输出时间: 48 sec

出口槽, 离开 time: 44 sec

放电器模块的分发策略需要改变，即所有的对象通过出口槽模块离开系统。

出口1： 对象1, 2, 10, 20

出口2： 99

下面运行仿真。

结论：

通过入口源模块及其后面的累积型传送带模块的占用图显示，系统能够满足需求。

通过察看物料通过时间（图4.22），可以发现物料通过的平均时间大约为8分钟，最大才20分钟！

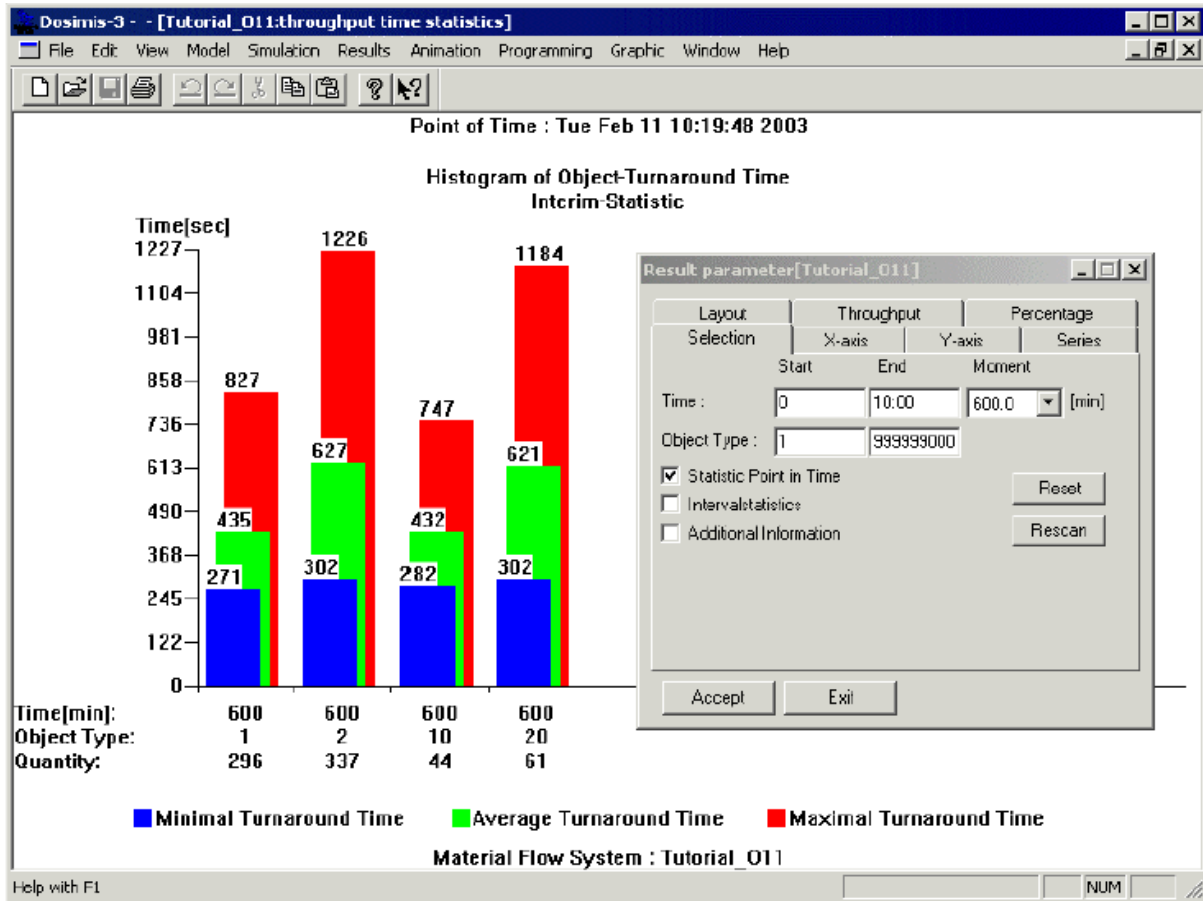


图4.22 物料通过时间



4.3. 仿真研究结果

通过仿真之后，3.2.2里面提出的问题现在可以回答了：

- 是否预先计划的每小时 60 个的物料通过量能够被完成？
可以完成。
- 哪儿是系统的薄弱环节？
系统的薄弱环节有：梭车（策略和工作效率），缓冲容量，工作站的工作准备时间，出口槽。
- 工作站的使用率有多高？
工作站的使用效率大约 90%。
- 梭车的潜力有多大？
梭车的潜力大约有 20%。
- 下游生产的工作方式会对工作站的是使用效率产生影响吗？
出口槽的工作方式对整个系统有很大的影响，所以管理上的措施是很有必要的。

现实情况中，系统中会存在一些干扰，干扰会对系统产生什么样的影响？这个问题将在后面的继续学习中解决。

很多生产系统要比这个例子大的多，可能存在上百个甚至上千个模块，并且有更多的控制策略被使用，例如优先权，分类，同步等等。这些系统的设计目标是否能够达到，这些控制策略会对系统产生哪些影响，等等问题都可以通过系统的仿真来找到答案及其解决方法。



5. 图形注释

由于模型的一些关于布局大小的一些参数在模型的参数设置中体现出来，所以在利用 Dosimis-3 来建立仿真模型的时候不需要浪费时间来考虑布局的比例。这样能够快速建立模型。一些建模的辅助功能例如窗口缩放，模块的拷贝，模块组等姑娘能够加快建模的速度。

模型的布局中可以加入一些文字或者图形注释，从而使模型更加可视化。



5.1. 添加图形

点击主菜单视图/工具/图形面板 选项，或者在工具栏上点击鼠标右键，在弹出的菜单上选择图形面板 选项，可以在工具栏内打开图形面板，如图5.1所示。在图形面板上用鼠标左键点击要插入的图像形状，然后在工作区域内放置的开始点点击鼠标左键，按住鼠标左键不放，在图形的结束处松开鼠标左键，完成图形添加。

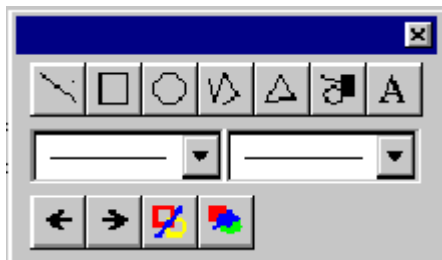


图 5.1 图形面板（图形面板）



5.2. 调整图形

通过鼠标的拖拽可以改变插入图形的大小和图形的位置。在调整图形的时候，图形大小和位置的变化根据光栅的间隔跳跃性变化。光栅在工作区域是不可见的，但是光栅的距离是可调的，点击主菜单**编辑/栅格参数**，则弹出如图5.2所示的光栅间距设置窗口，通过这个窗口，可以调整光栅在x方向和y方向的间隔。系统默认值为12（像素）。

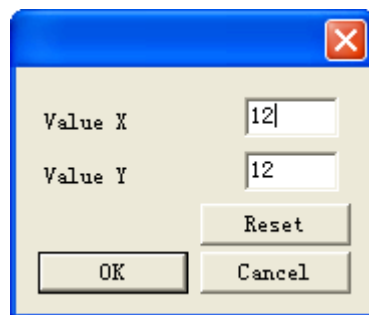


图 5.2 设置光栅间距



5.3. 添加正方形

为了在模型上添加正方形，首先在图形面板上用鼠标左键点击正方形图标



，然后在要放置正方形的左上角点击鼠标左键，按住鼠标左键不放，在正方形的右角位置松开鼠标左键，完成正方形添加。

要调整插入的正方形位置和大小，可以利用如 5.2 所述方法来完成，也可以在正方形图形上双击鼠标左键，则弹出如图 5.3 所示的正方形属性窗口，里面包含了正方形的 x, y 坐标，长度宽度以及厚度的一些参数，用户可以通过这个属性窗口来修改。

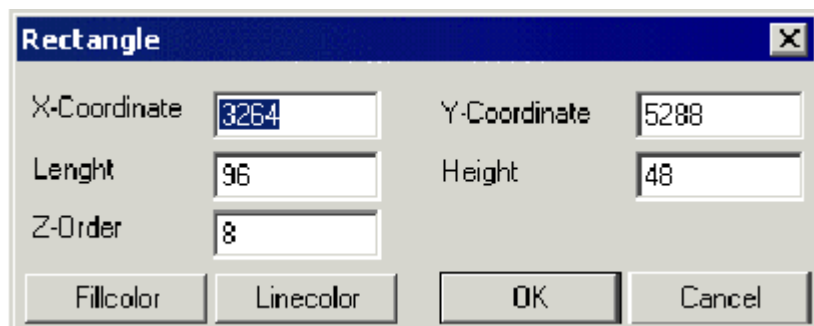


图 5.3 正方形属性窗口

按照上述类似的方法，可以继续添加图形和文字说明，例如本例添加了如图 5.4 的一些说明，这样其他用户在看到的时候可以很容易明白这个模型。

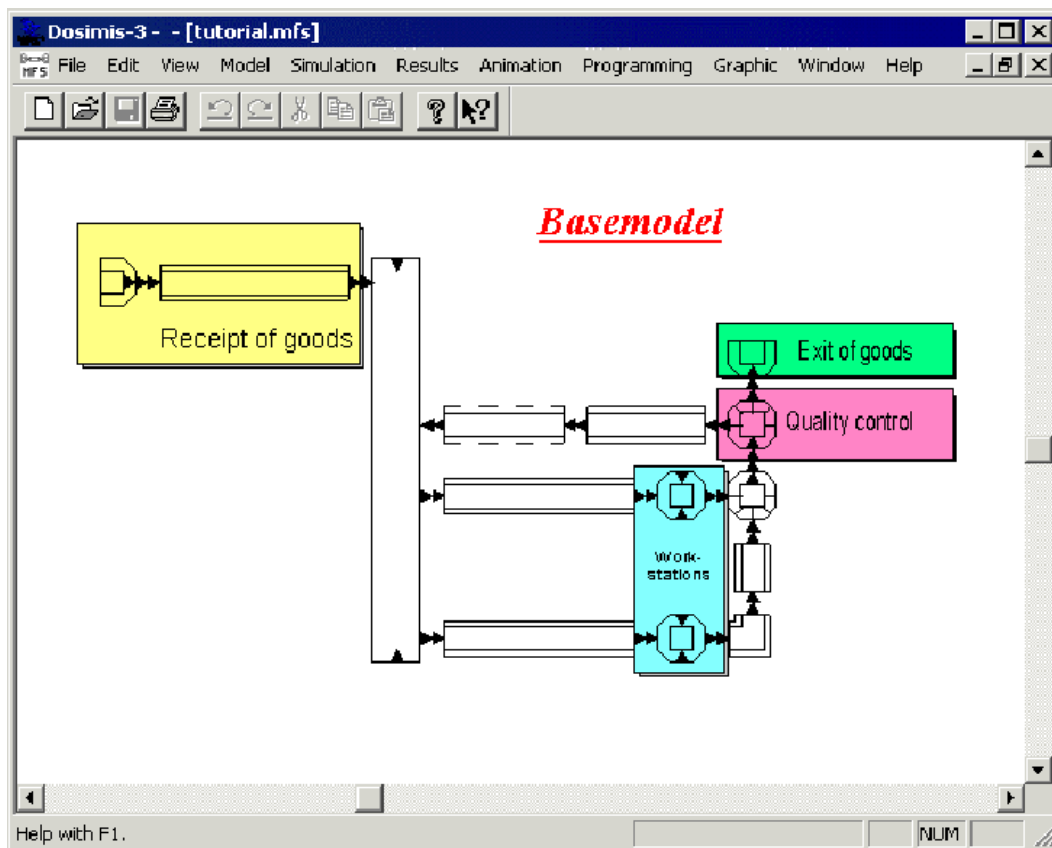


图 5.4 添加了文字和图形说明的模型



6. 实例总结

模型的参数设置如表 6.1 所示。

表 6.1 模型参数设置表

入口源模块	对象被随机产生	类型1和类型2以同样的频率产生
	输出分布时间:	正态分布, 值60秒, 偏差5秒
累积型传送带模块	运输速度:	0.2 m/sec
	长度:	1 m
	容量:	- 入口源模块后: 10个
		- 工作站前: 2个
		- 拐角转向器: 1个
		- 拐角转向器后: 4个
		- 返修件返回: 3个
梭车模块	装载距离:	1.1 m
	卸载距离:	0.1 m
	装载/卸载速度:	0.2 m/s
	慢行速度:	0.5 m
	最高速度:	1.0 m/s
	低速度:	0.1 m/sec
	入口优先权策略:	先到优先权
	分发策略:	根据对象类型分发
	- 对象类型:	1,10 上方工作站
		2,20 下方工作站
	位置参数:	- 入口1: 0 m (货物入口)
		- 入口2: 15 m (返修件)
		- Exit 1: 20 m (上方工作站)
		- Exit 2: 25 m (下方工作站)
工作站模块:	长度:	1 m
	速度:	0.2 m/s
	工作时间:	正态分布, 值80秒, 偏差5秒
	返工比例:	15 %
	准备时间:	60 s
合并站模块:	运输距离:	1 m
	速度:	0.2 m
	入口优先权策略:	FIFO
放电器模块:	运输距离:	1 m
	速度:	0.2 m/s
	分发策略:	根据对象类型分发
	- 对象类型:	1,2 到 出口槽,
		10,20到返回运输带
出口槽:	离开时间分布:	指数分布, 值 55 s

点击模型/信息.../模块容量可以显示模块的容量, 如图6.1所示。

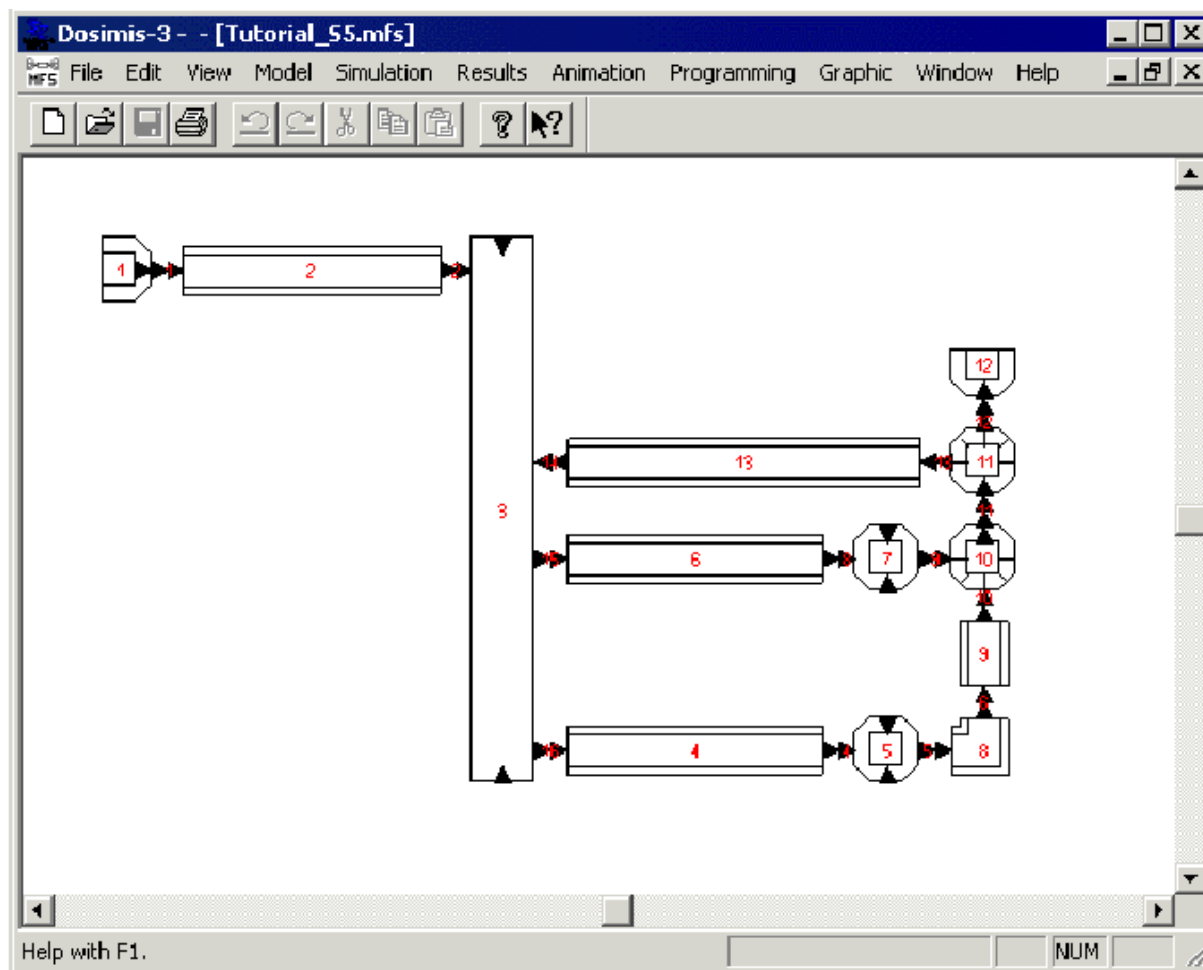


图6.1 显示模块的容量

点击模型/信息.../名称可以显示模块的名称，如图6.2所示。

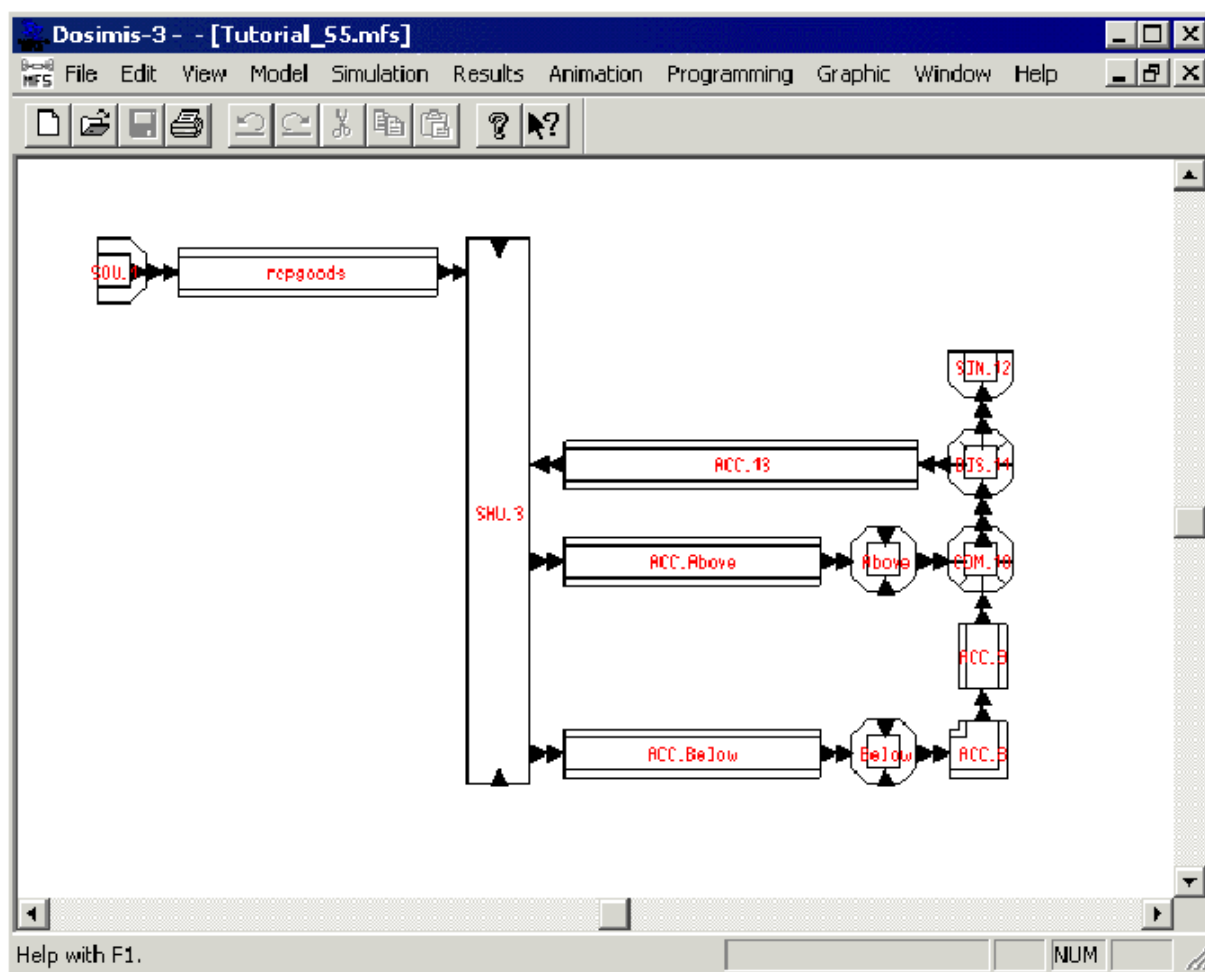


图6.2 显示模块的名称



7. 引言（第 2 部分）

7.1. 结构

经过本入门介绍的第一部分的学习之后，读者应该自己能够独立建立第一部分的模型，并且能够进行相应的参数设置，以及进行仿真运行和运行结果分析。《快速入门》的第二部分将介绍Dosimis3中的其他特别模块组，包括：

1. 干扰和休息；
2. 工作区。

《快速入门》仅仅能够让您在学习Dosimis3其他功能的提供相应的基础，在这里你不可能学习到所有的功能，要注意的是《快速入门》并不是完整的操作手册。

7.2. 图标

为了更好地使用《快速入门》，在本部分中使用了下面一些图标：



用该图标标示的示例或者步骤，能够帮助您快速地熟悉Dosimis3的操作环境。



用该图标标示的提示，请您特别注意。



特别注意用该图标标示的地方，如果不注意这些信息可能会导致错误、问题甚至死锁！



8. 干扰和休息

8.1. 概述

在本教程前面部分建立了一个小型生产系统的模型。现在继续研究干扰和休息对模型的影响。

在实际情况下，系统中所有的模块都可能存在干扰或者休息。例如系统中的 2 个工作站的效率并不能达到 100%，由于各种各样的原因，例如休息，临时会议，扫除，换班，上卫生间等，会造成工作的临时中断，这个称为干扰。经过研究调查表明，一般工作站的效率可以达到 95%，并且干扰的每次平均时间为 5 分钟。

干扰和休息对于系统的影响是相同的，其参数设置也基本相同，不同的是其在统计的过程有所不同，这将在后面的章节中说明。

接下来的研究内容就是，在工作效率有损失的情况下，即模型存在干扰或者休息的情况下，是否会对系统的物料通过量产生影响。



8.2. 理论

对于一个存在干扰或者休息的模型在仿真过程中，存在下面 2 种概念，干扰时间（SD）和干扰间隔（SA），如图 7.1 所示。干扰时间是一个干扰或者休息持续的时间，干扰的间隔是指从上一个干扰终止到下一个干扰开始的时间。每一个干扰时间和干扰间隔都可能不一样。下面所述的这两个概念指的是系统的平均干扰时间和系统的平均干扰间隔。

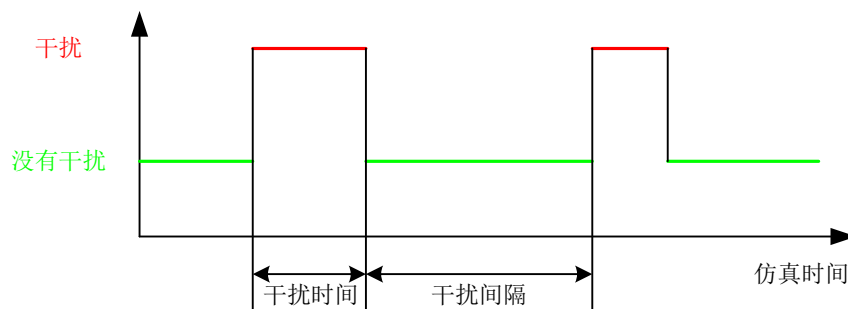


图 7.1 干扰时间和干扰间隔

从上述产生一个系统可支配性（VF）概念。

$$VF = \frac{SD}{SD + SA}$$

从上面的公式可以得到：

$$SA = \frac{VF * SD}{1 - VF}$$

例如一个系统的 VF 为 95%，SD 为 5 分钟，那么系统的 SA 为 95 分钟。



8.3. 将干扰模块加入到模型中


模型中的上方工作站的可支配性为 95%，干扰出现的时间和干扰的持续时间都是随机的。干扰间隔为正态分布，干扰时间为指数分布。



首先将介绍如何在系统中定义干扰或者休息。请按照如下操作：

- 打开模型 “tutorial2.mfs”。
- 将模型另存为 “tutorial2S.mfs”。
- 点击主菜单“视图”/“控制面板” 或者使用快捷键 “Ctrl+F2” 打开控制模块面板。



- 在控制模块面板中选择干扰模块 ，并且把它放入模型中。
- 点击主菜单模型”/“连接激活” 子菜单或者按快捷键 F9，进入连接模式。
- 首先在干扰模块上点击鼠标左键，此时干扰模块变成蓝色，再在上方的工作站模块上点击鼠标左键，将干扰模块和工作站模块连接起来，此时干扰模块变成红色。
- 退出连接模式。

此时 Dosimis-3 的工作区域如图 7.2 所示。

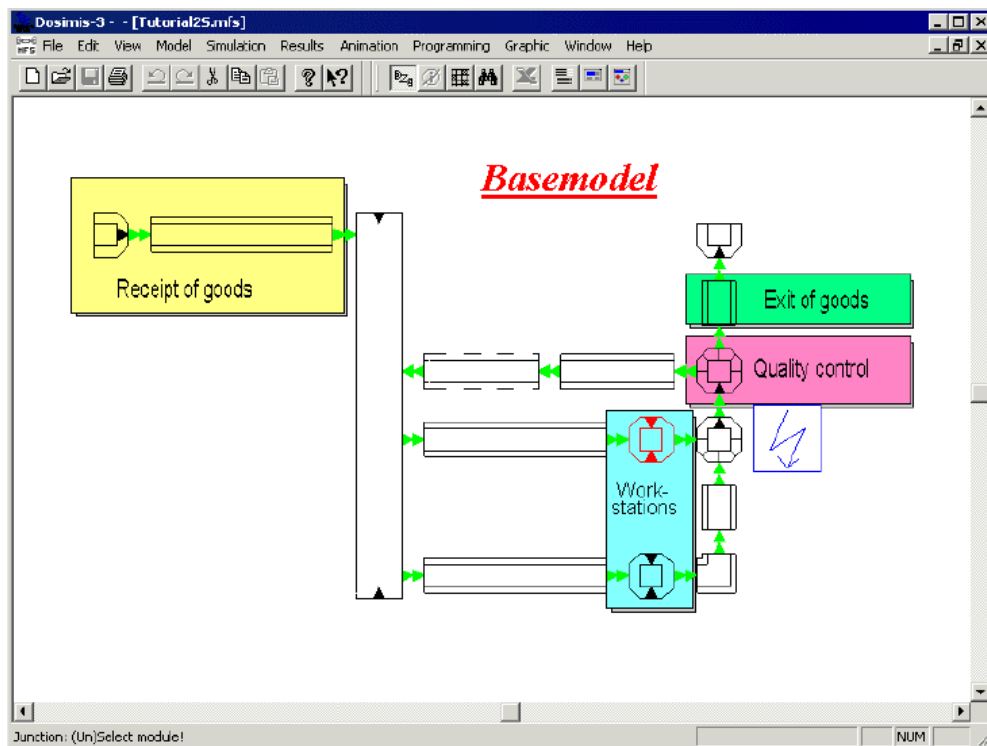


图 7.2 加了干扰模块后的工作区域界面



8.4. 干扰模块的参数设置

现在进行干扰模块的参数设置。在干扰模块上双击鼠标左键，将出现如图 7.3 所示的参数面板。

图 7.3 干扰模块的参数面板



为了定义干扰或者休息，在类型的下拉选项中选择干扰或者休息。这里不需要定义“**Employment of workers**”。

- 将干扰模块的名称重新命名为“fr_above”。
- 在干扰下面的下拉框中选择“...随机”选项。
- 干扰间隔和干扰时间参数输入。这里假设干扰间隔为 5700 秒，干扰时间为 300 秒。在 MTBF 下选择正态分布，标准值为 5700，偏差为 570。在 MTTR 下选择指数分布，标准值为 300。



设置好的干扰参数面板如图 7.4 所示。

图 7.4 设置好的干扰参数面板



点击 **Failure** 按钮可以检查系统的可支配性（仅仅适合干扰类型为“...阶段性”和“...随即性”情况下）。

如果仅仅知道系统的支配性值和干扰时间，不需要计算干扰间隔也可以进行相应的参数设置。

- 将干扰持续的参数输入。
- 在干扰间隔的值内随便输入一个大于 0 的数字。
- 选择右上方的系统可支配性选项。此时干扰间隔的参数设置选项发生变化。



- 在“系统可支配性[%]”文本框内输入系统的可支配性，如图 7.5 所示。
- 取消“系统可支配性”选项，则干扰间隔的参数选项返回到原来的状态，此时干扰间隔的值将由系统根据系统可支配性和干扰时间自动计算出来。

图 7.5 利用系统可支配性设置干扰模块参数



8.5. 干扰分析

在运行仿真之后，可以通过运行动画来观察模型。可以发现，第一个干扰在开始 1.5 小时左右出现。



动画过程中，如果一个模块上有干扰发生，则该模块变成红色，如果有休息发生，则变成蓝色，如图 7.6 所示。

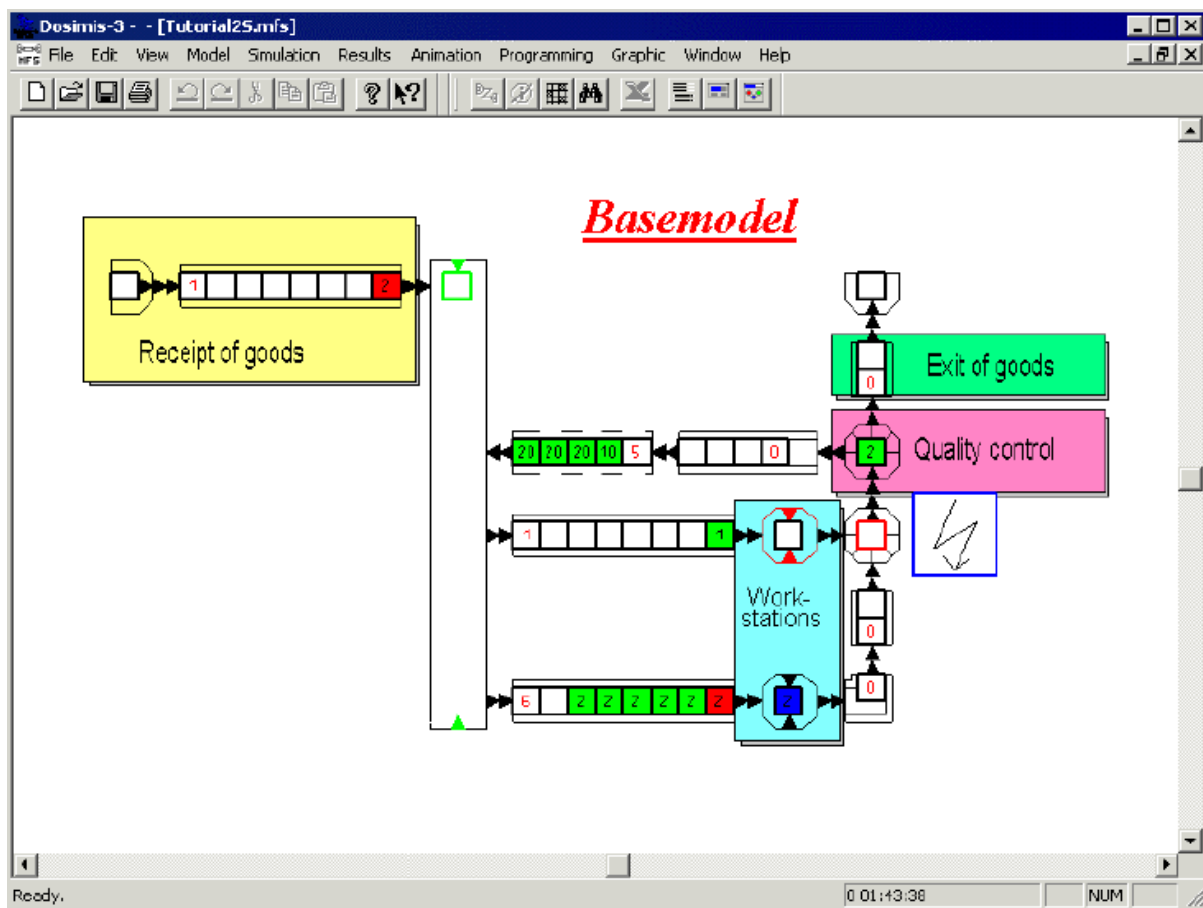


图 7.6 动画



在模块收到干扰的时候，该模块的所有过程都会受到影响，所有的过程都会停止。并且一个模块可以连接不同的干扰或者休息，干扰时间是随机的，而休息时间则是规定好的。比如用户想将工作站上的意外的干扰和正常的休息分开，那么可以在工作站模块上连接 2 个干扰模块，一个用于意外干扰，一个用于正常的休息。



选中上方的工作站模块，然后点击主菜单“结果”/“状态图”菜单项，这弹出如图 7.7 所示的状态图。从图中可以看出，在大概 100 分钟左右，工作站模块受到干扰，在这个干扰结束之前，没有任何活动发生，在干扰结束之后，才有对象继续驶入和加工。

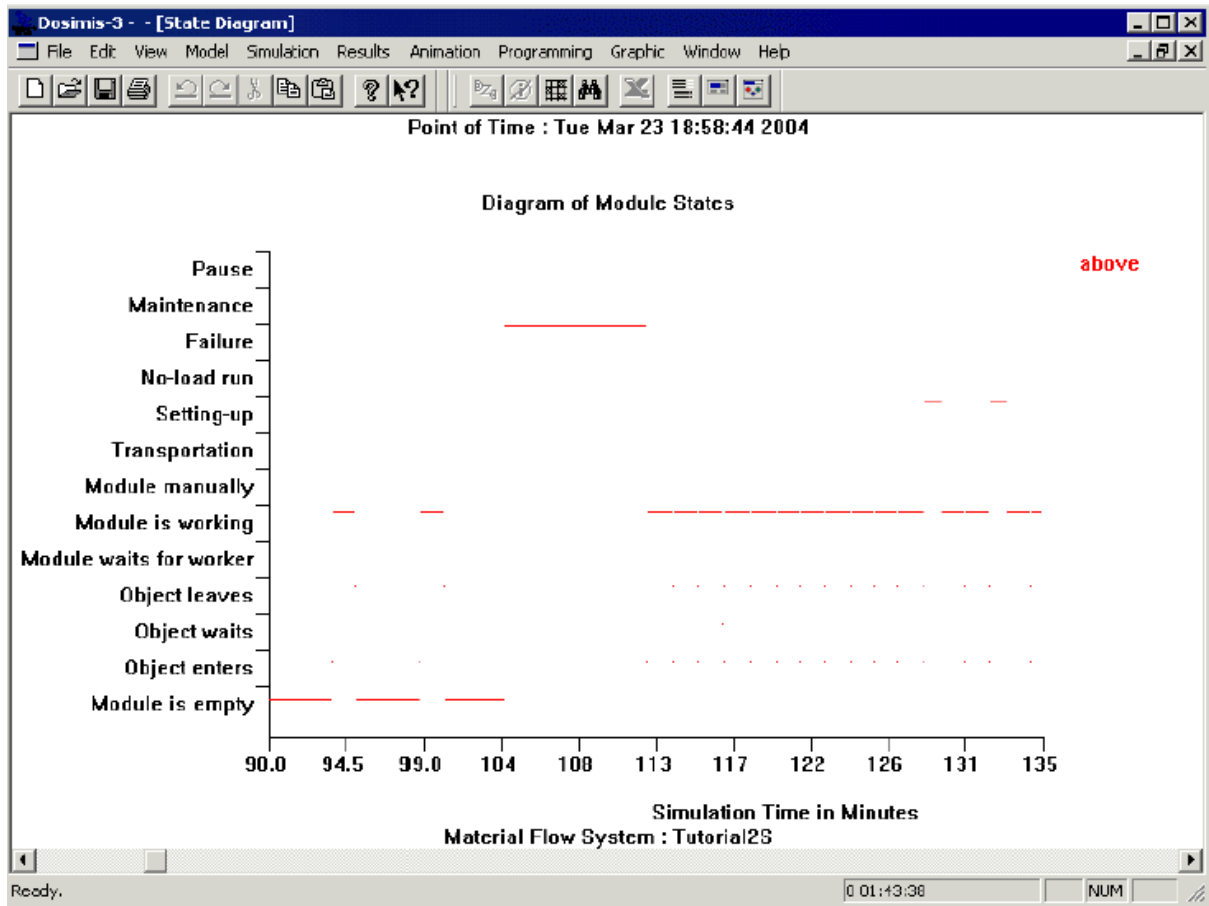


图 7.7 工作站模块状态图

在工作站模块的直方图（图 7.8）中可以看到干扰时间的比例。

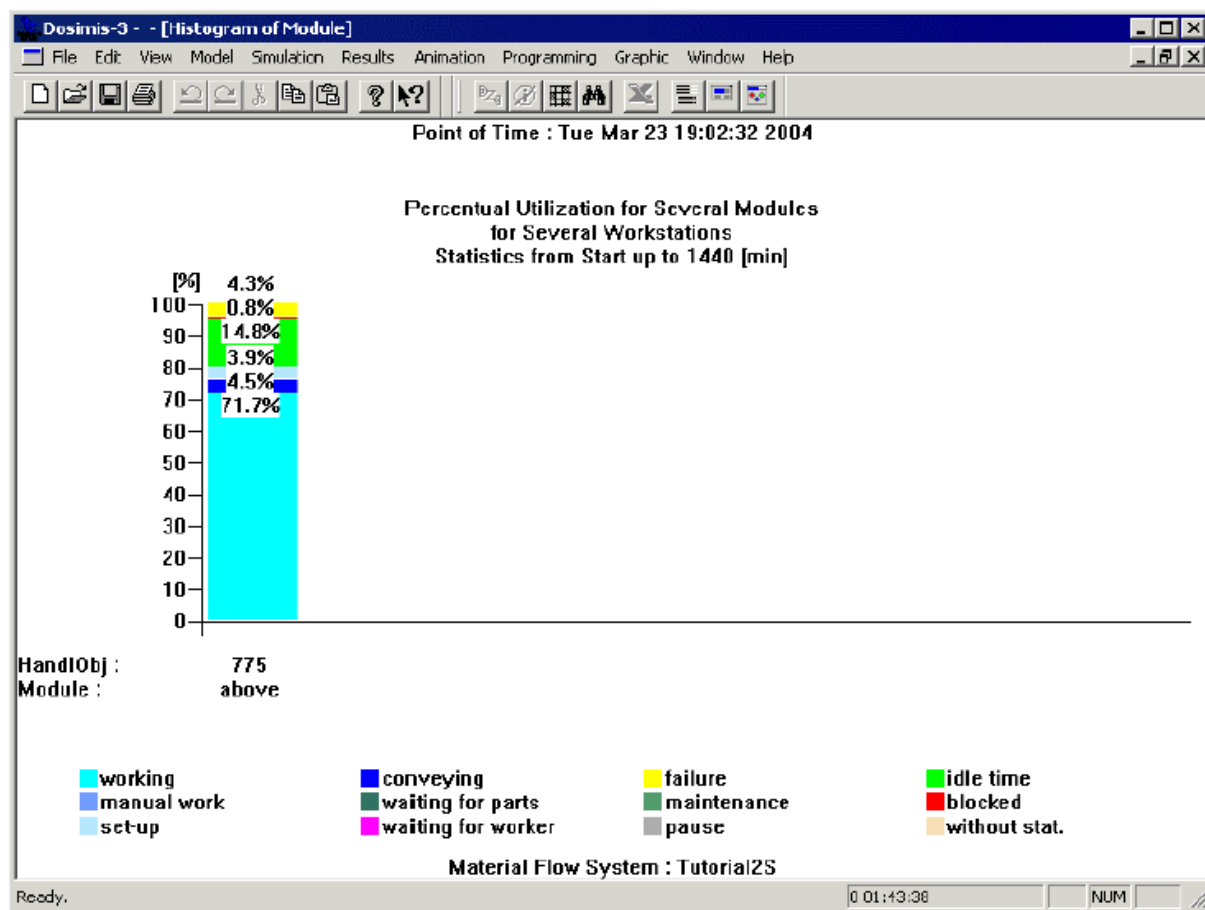


图 7.8 工作站模块的直方图



8.6. 统计数据

打开菜单“结果”/“统计数据”，可以打开“tutorial2s.slg”文件，这是模型的仿真结果统计。在这里修改和复制都是不可以的。

物流系统Tutorial2s的仿真结果统计给出了一个仿真结果的全面记录，例如模块的物料通过量，工作负载等。在工作站模块的“使用分类”（图7.9）里面可以看到，上方的工作站的干扰时间比率为4.34%。

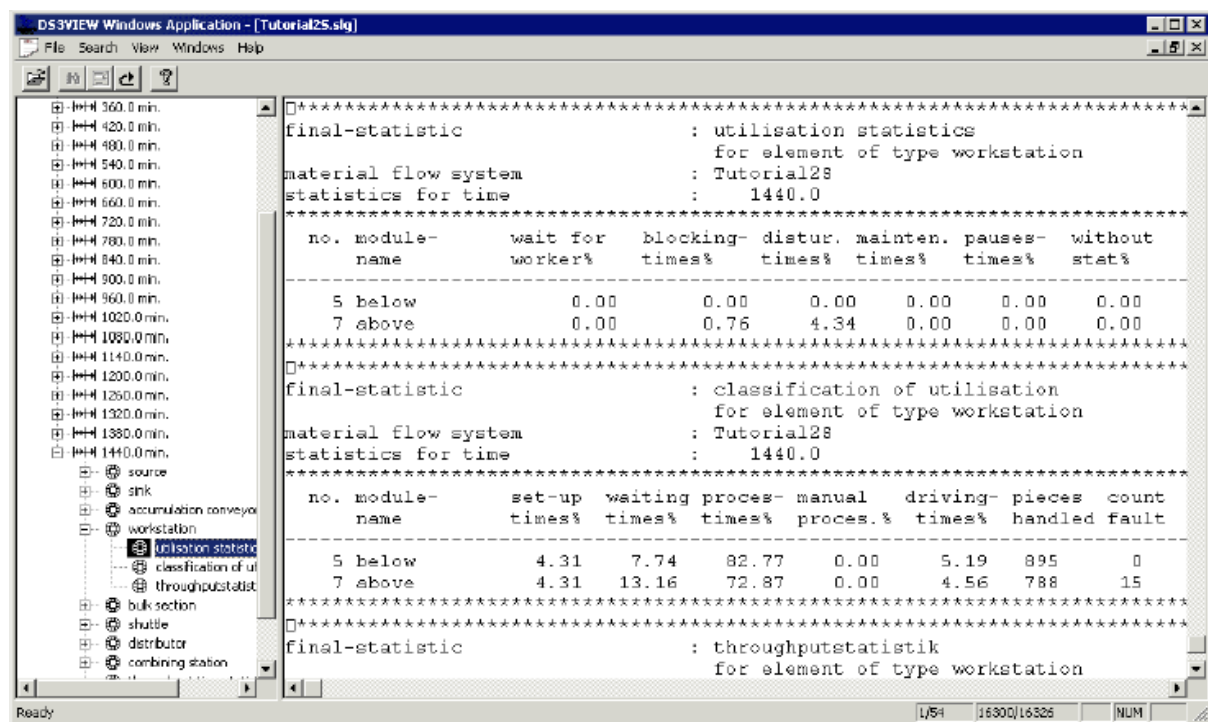


图 7.9 仿真结果统计

在结果统计的最后可以看到所有干扰和休息的持续时间和间隔的一个统计。模块“fr_above”的统计结果如图7.10所示。

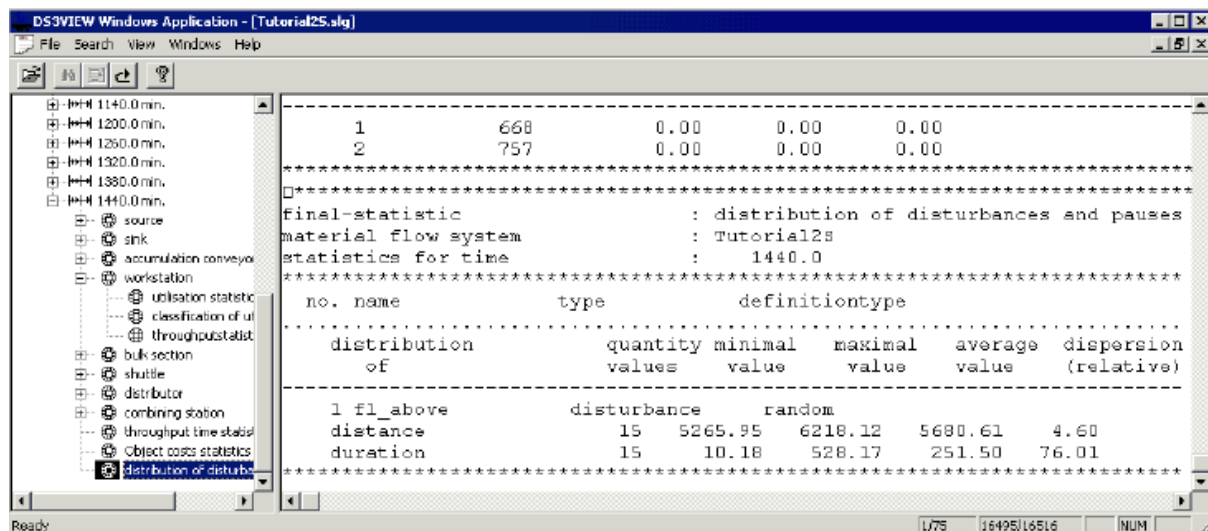


图 7.10 仿真结果统计



现在可以看到一个问题，就是我们在参数设置的时候定义的干扰时间比例为 5%，而上面的统计结果显示为 4.34%，有很大的误差，这是为什么呢？由数学理论可以知道，上面定义的干扰分布为正态分布，干扰时间为指数分布，只有在这个分布中干扰出现的次数足够大，才能够使结果满足预订目标值。要使出现的干扰次数足够多，可以通过增大仿真时间来实现。上面的仿真时间为 1440 分钟（1 天），出现的干扰次数为 15 次，从曲线弥合的角度是太少了。当然，不断重复运行上面的仿真，很有可能出现干扰的时间比例为 5% 的情况，不过这个几率实在是太小了。

下面我们增加仿真时间，增加到 72000 分钟。结果显示此时的干扰时间比例为 4.99%，非常靠近 5%，如图 7.11 所示。其间干扰出现的次数为 705 次，如图 7.12 所示。

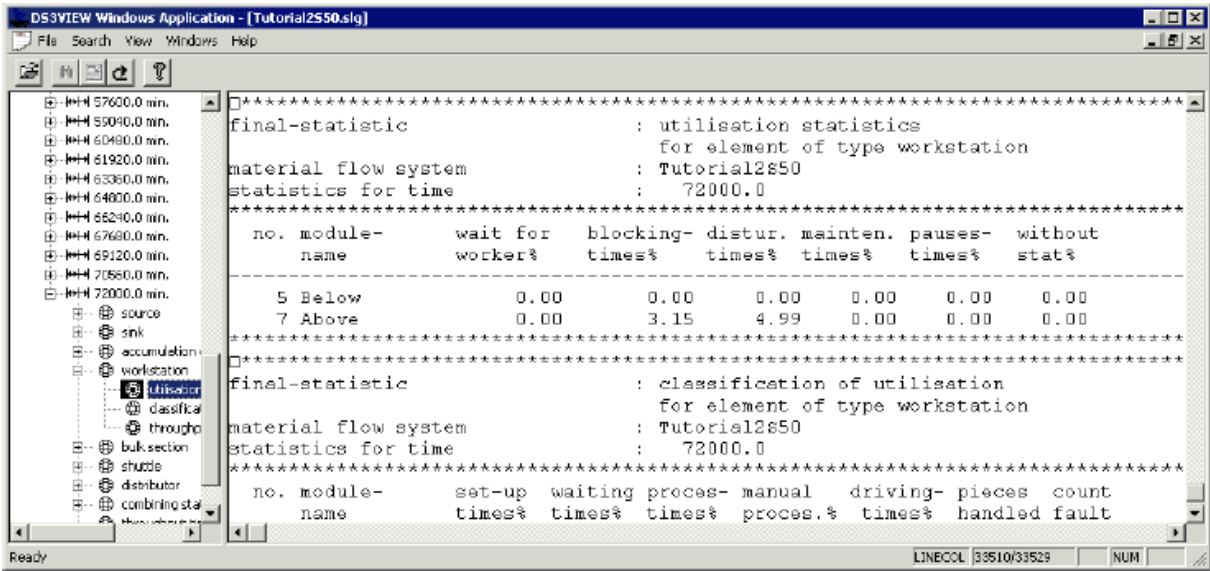


图 7.11 仿真结果统计

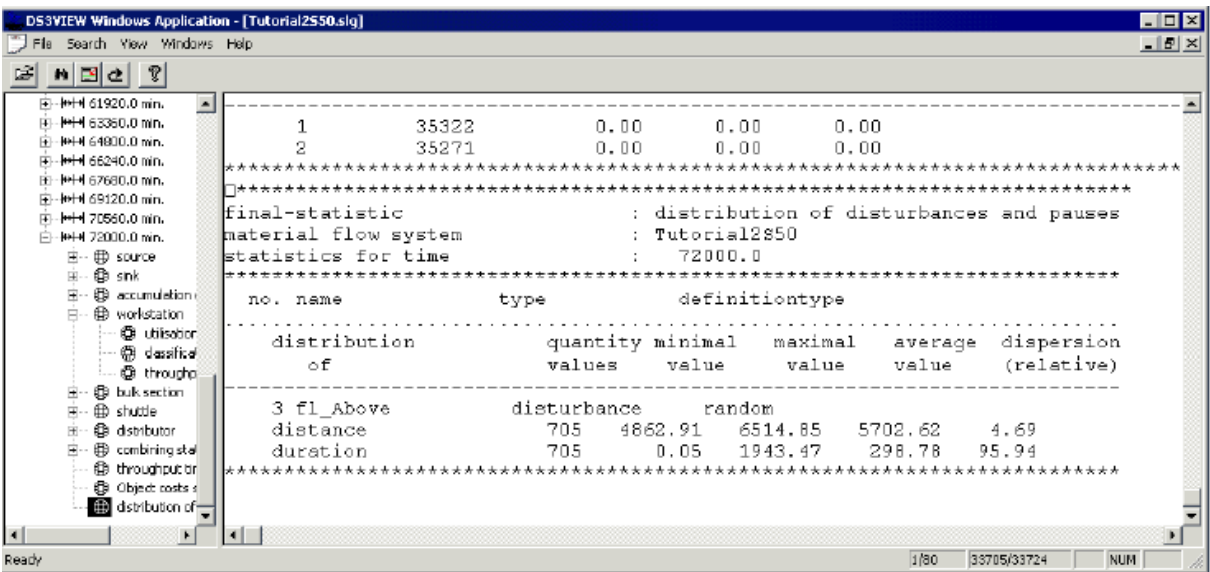


图 7.12 仿真结果统计






8.7. 任务

下方的工作站也同样受到干扰。

- 选择要拷贝的干扰模块；
- 拷贝该模块并且放到想放的地方；
- 在新的干扰模块上双击鼠标左键，弹出其参数面板；
- 修改其名称为“fr_below”，点击 OK（确认）按钮；
- 按快捷键 F9 进入连接模式；
- 将新的干扰模块与下方的工作站模块连接起来。
- 再次按快捷键 F9，退出连接模式。



点击主菜单“模型”/“信息”/“连接”，或者点击鼠标左键，弹出菜单，选择菜单“模型”/“信息”/“连接”，模型的全部联结将被显示出来，如图 7.13 所示。如果要仅显示下方工作站的联结情况，则用鼠标左键在下发工作站模块点击一下即可。如果要隐藏联结，那么只需要重新点击主菜单“模型”/“信息”/“连接”或者点击（隐藏说明）即可。

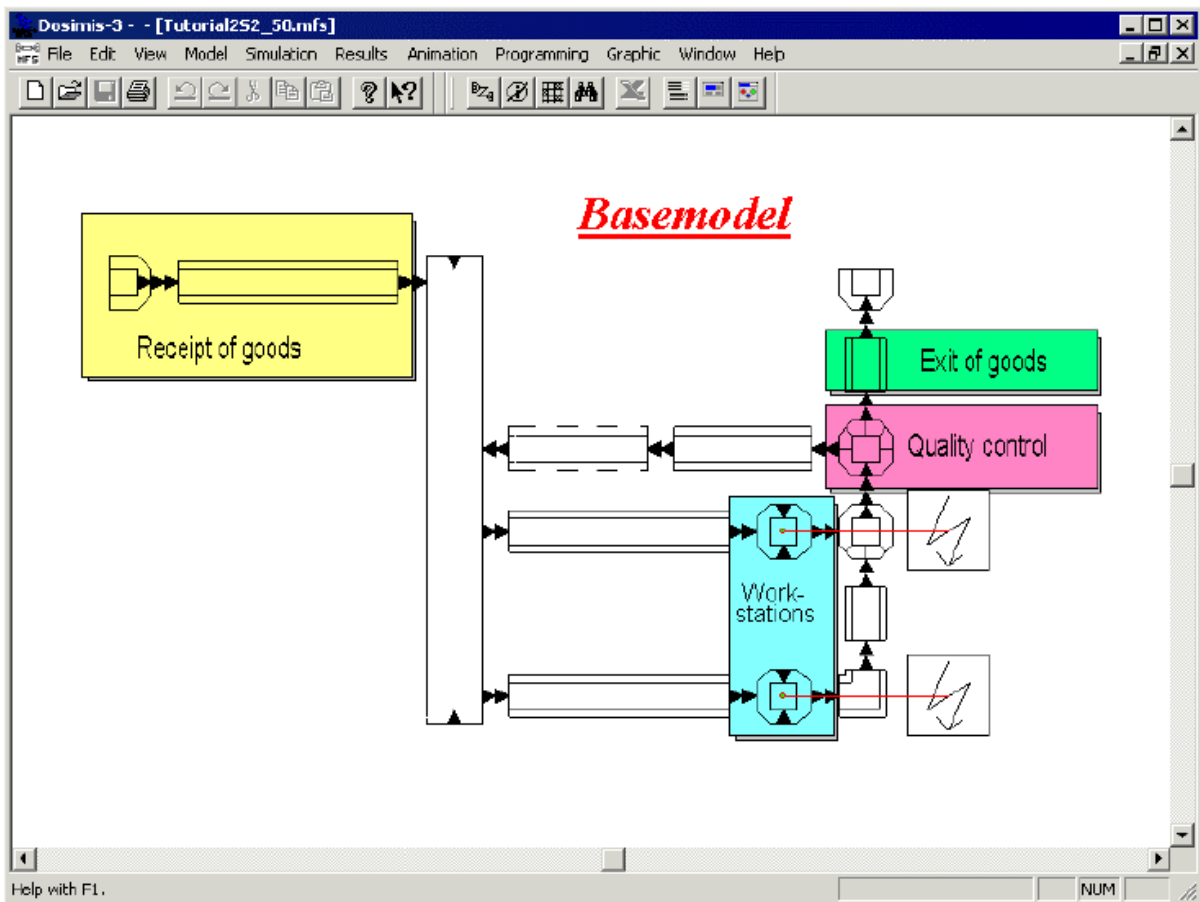


图 7.13 显示模块联结



8.8. 班组模型

在进行长时间范围的仿真时候，考虑到工作时间是很有意义的，比如班组，休息时间等等，这样能够使系统的仿真更加切合实际情况。

在本节将讲述如果把班组的概念应用到模型中。还是以前面的模型为例，假设工作时间的安排如下：

上班时间：周一到周四 6:00-22:00，周五 6:00-16:30

工作日休息时间：9:00-9:15; 12:00-12:30; 16:00-16:15; 19:00-19:30

在工作日休息时间，运输机械和出口槽模块继续运行，而其他模块，例如工作站，放电器（产品检验）等停止工作。在非上班时间，所有的模块停止运行/工作。

要进行上述休息的设置，必须定义时间基点，在 Dosimis-3 中时间基点默认为仿真运行开始的时间，为 0:00:00（天:小时:分钟）。

要把上述时间安排在模型中体现，必须要使用 3 个干扰/休息模块。

第一个干扰/休息模块用来定义每天的休息时间，每天重复。该模块与工作站模块，入口源模块，分发模块相连（干扰/休息模块除外！）。其参数设置完成之后参数面板如图 7.14 所示。

Start [(days):hour:min]	Duration [(days):hour:min]
9:00	15
12:00	30
16:00	15

Buttons at the bottom: Defaults, OK, Cancel.

图 7.14 第一个干扰/休息模块参数设置

第二个干扰/休息模块定义每天的工作时间，每天重复。该模块与系统中所有其他模块相连（干扰/休息模块除外！）。其参数设置完成之后参数面板如图 7.15 所示。



Parameter input for type: Pause

Parameter

Number: 6 Name: DailyShift

Comment:

Type: Pause

Strategy: Min. Max. Qual. Intip.

Employment of workers: Without

Failure: ...periodically

Passive Without statistic

Start of 1st period [min] 0 Duration of period [min] 1.00.00

Start ({}days)hour:min	Duration ({}days)hour:min
0	6.00
22.00	2.00

Failure Failure

Defaults OK Cancel

图 7.15 第二个干扰/休息模块参数设置

第三个干扰/休息模块定义每周的工作时间，每周重复。因为按照时间基准定义，第 0 天是星期一，则第 4 天为星期五。该模块与系统中所有其他模块（干扰/休息模块除外！）相连。其参数设置完成之后参数面板如图 7.16 所示。

Parameter input for type: Pause

Parameter

Number: 7 Name: WeeklyShift

Comment:

Type: Pause

Strategy: Min. Max. Qual. Intip.

Employment of workers: Without

Failure: ...periodically

Passive Without statistic

Start of 1st period [min] 0 Duration of period [min] 7.00.00

Start ({}days)hour:min	Duration ({}days)hour:min
4:16:30	2:07:30

Failure Failure

Defaults OK Cancel

图 7.16 第三个干扰/休息模块参数设置

将系统仿真的运行时间修改为 50 天，然后运行仿真。因为运行仿真的时间间隔比较长，那么为了更好地显示仿真结果统计，现在点击主菜单“结果”/“结果参数”，则弹出如图 7.17 所示的仿真结果参数面板。鼠标左键点击上方的“X-axis”选



项，在下面的单选选项中选择“时间[DD:HH:MM]”，将统计图的 x 坐标设置为按“天:小时:分钟”格式显示。

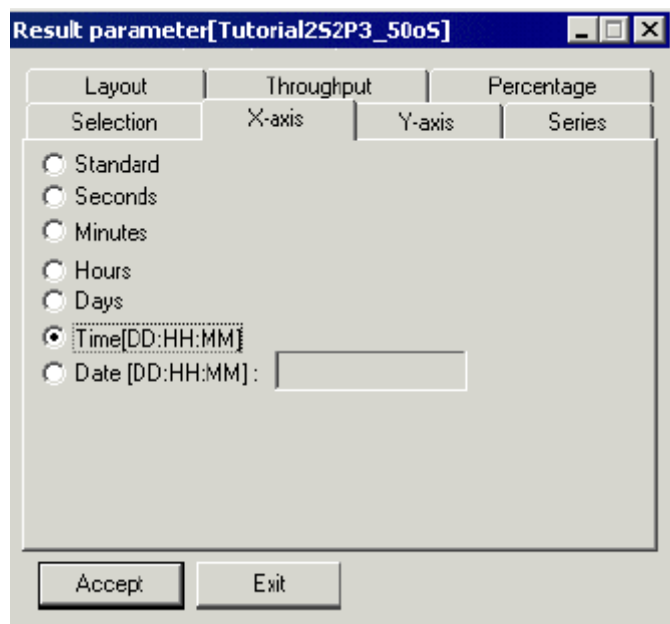


图 7.17 仿真结果参数面板

选择下方的工作站模块，然后点击主菜单“结果”/“时间图”，将显示如图 7.18 所示的工作站时间统计直方图。

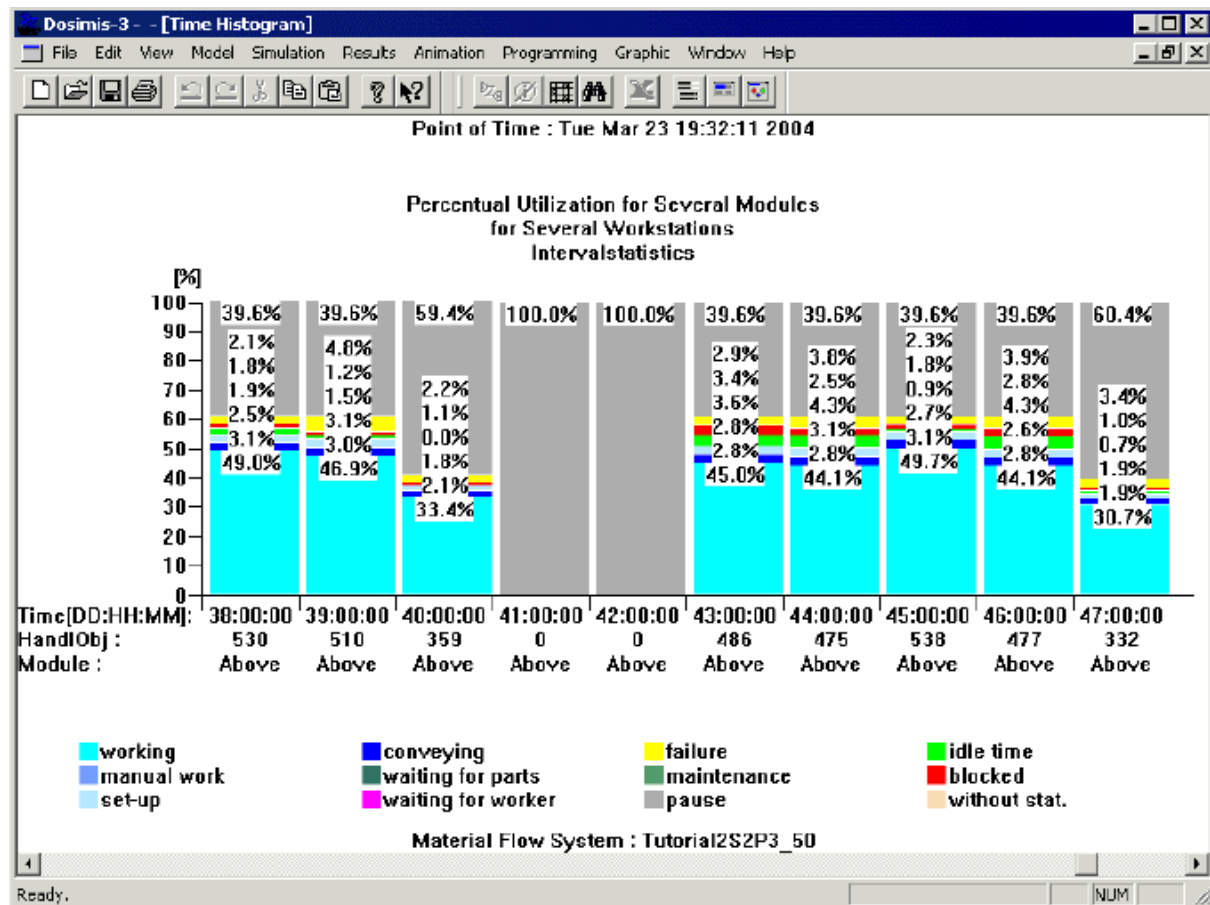


图 7.18 工作站时间统计直方图



令人讨厌的是图 7.18 显示的直方图里面休息时间太多，影响了结果观察，在后面的内容中将介绍如何把上面的图中的休息时间给过滤掉。



8.9. 从统计中过滤干扰和休息

可以在一个模型中把干扰/休息从统计中过滤掉。

在要过滤掉的干扰/休息模块上双击鼠标左键，弹出干扰/休息模块的参数面板。

选择复选框“没有统计”如图 7.19 所示。

这样在统计的时候将不考虑这个干扰/休息。

Parameter input for type : Pause

Parameter

Number : 6 Name : DaylyShift

Comment :

Type : Pause

Strategy Min. Max. Qual. Intrap.

Employment of workers Without

Failure

...periodically Passive Without statistic

Start of 1st period [min] 0 Duration of period [min] 1:00:00

Start [{day:}hour:}min] Duration [{day:}hour:}min]

0	6:00
22:00	2:00

Failure Failure

Defaults OK Cancel

图 7.19 在统计时过滤掉干扰/休息

现在将例子中的第二，三个干扰/休息模块给过滤掉，然后运行仿真。

此时工作站的时间直方图如图 7.20 所示。从图中可以看出，星期五的没有统计的比例要比星期一到星期四的比例大，这是因为星期五的工作时间比较少，只工作到下午 4:30。

图 7.21 进一步说明了上面的原因。假设一天休息时间为 8 小时，工作时间为 12 小时，如果在统计时候考虑休息时间的話，工作时间占的比例为 50%，如果不考虑休息时间的話，工作时间占的比例为 75%。

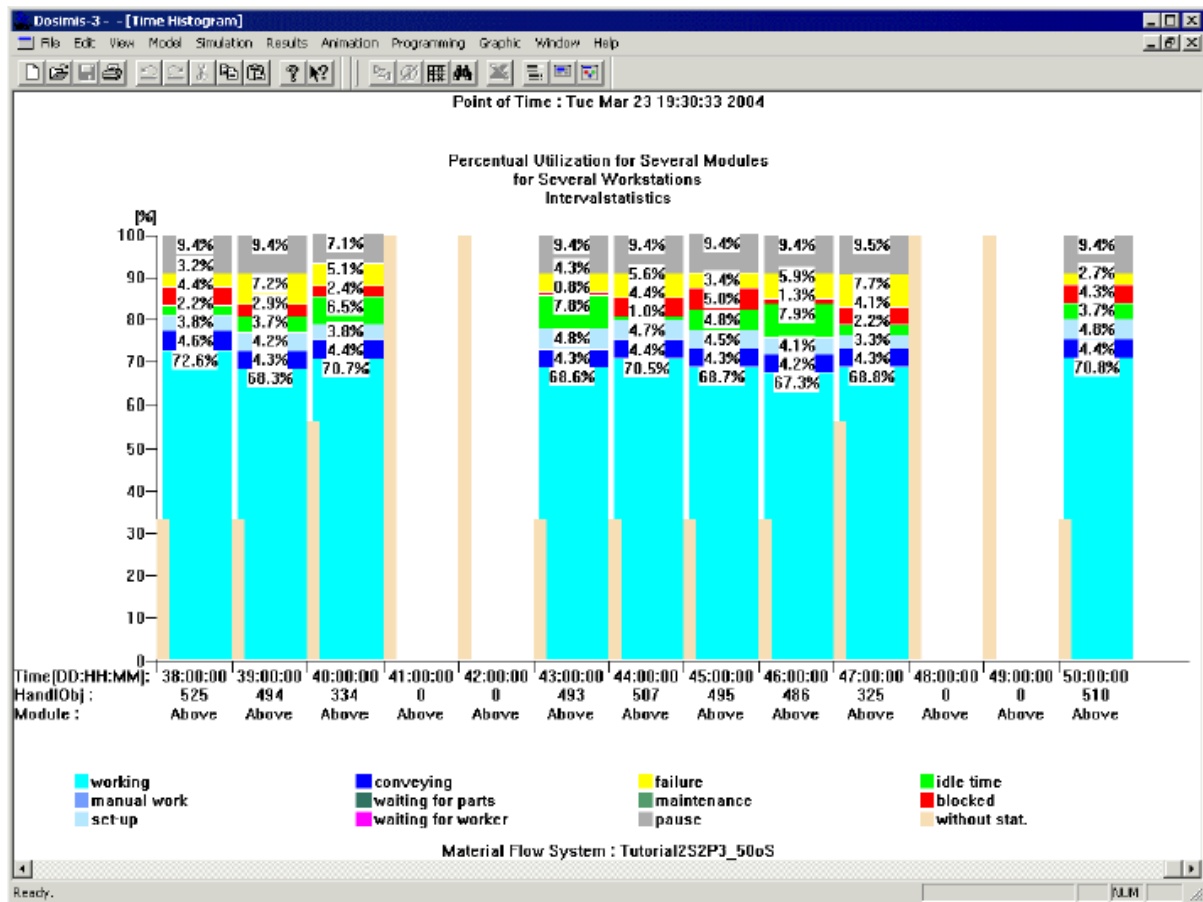


图 7.20 没有统计休息时间的工作站时间直方图

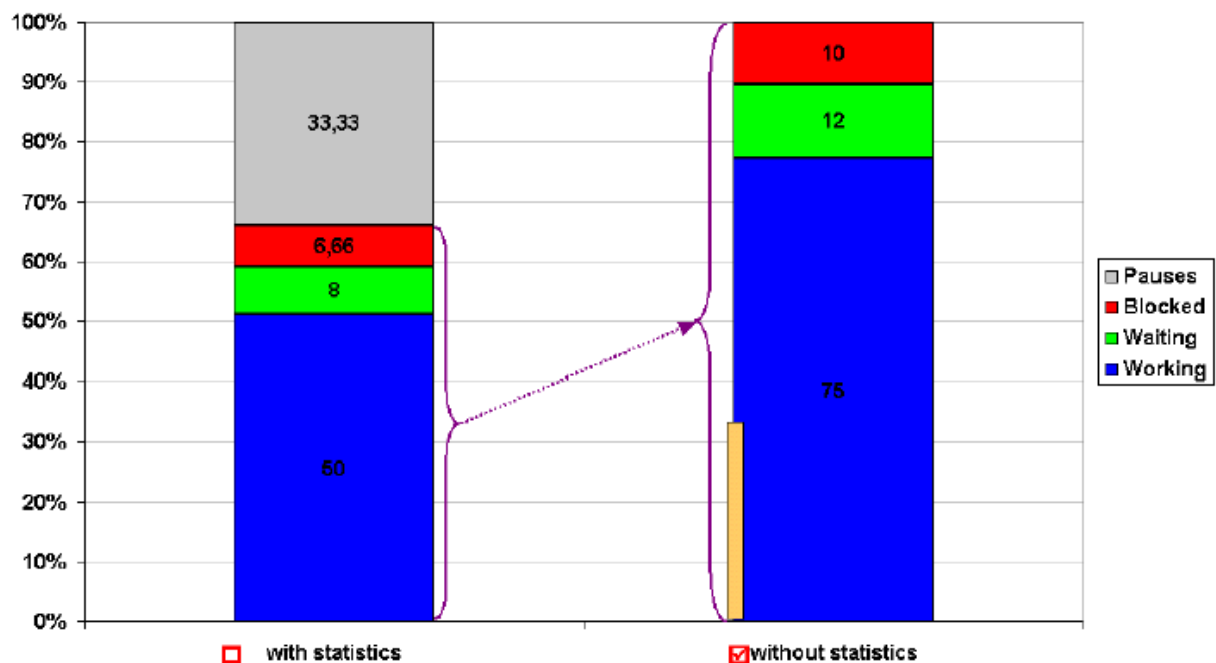


图 7.21 是否休息时间统计的差别



8.10. 关闭/打开干扰/休息模块

在一些仿真过程中，有时候要对比系统在有否干扰/休息的情况进行对比。在 Dosimis-3 中，模块不仅能单个被关掉，也能够全部一起关掉。

8.10.1. 单个关闭/打开

在要关闭的干扰/休息模块上双击鼠标左键，弹出模块参数面板。选中参数面板中的“关闭”选项，如图 7.22 所示，然后点击确定按钮。此时该模块将被关闭，再次运行仿真的时候这个模块将不起作用。同样，如果要将已经关闭的干扰/休息模块打开，则将“关闭”前面的复选框去掉即可。

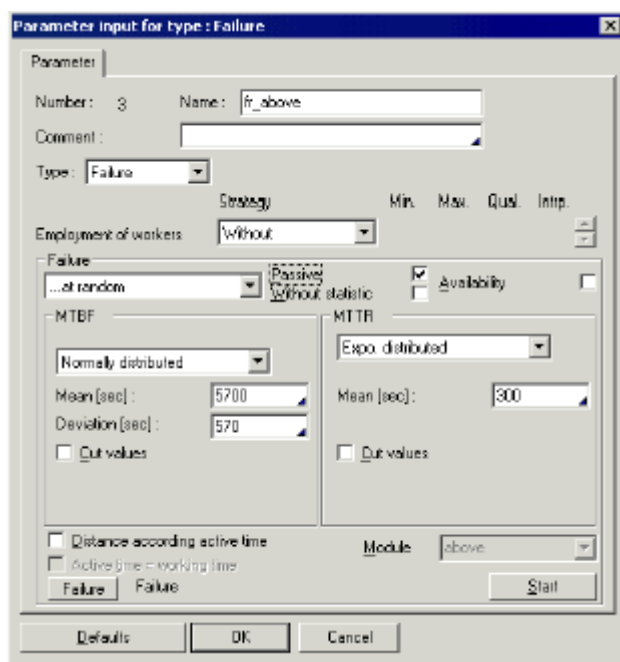


图 7.22 干扰/休息模块参数面板

8.10.2. 全部关闭

点击主菜单“模拟”下的“参数”子菜单，弹出“模拟 参数”（系统仿真参数面板），将“取消干扰”前面的复选框，如图7.23所示然后点击确定按钮，此时模型中的全部干扰/休息模块被关掉，在以后的系统仿真过程中，所有的此时模型中的全部干扰/休息模块都将不起作用。同样，如果要将已经关闭的干扰/休息模块打开，则将“取消干扰”前面的复选框去掉即可。



如果取消全部关闭的话，那么单个干扰/休息模块的关闭还是有效！



Simulation parameter [X]

Simulation time [({day:}hour:}min)] 50:00:00

Pre-run [({day:}hour:}min)] 1:00:00

Statistic interval [({day:}hour:}min)] 1:00:00

☒ Interval statistics

☐ Pre-run trace

☐ Pre-run statistics

☒ Throughput statistics

☒ Turnaround-time statistics

☒ Disable random process statistic

☒ Cost statistic

☒ Worker trace

☒ Work area active

☐ New worker disposition

☒ Disable failures

☐ Disable maintenance

☐ Disable pauses

☐ Disable working pauses

☐ Cycle time fixed

El-Trace ☒

Nd-Trace ☐

DT-Trace ☒

Object-ID ☐

Hiding ☒

Start values

OK

Cancel

图 7.23 “模拟 参数”（系统仿真参数面板）



9. 工作区

9.1. 理论

使用 Dosimis-3 的时候，在考虑质量特征、工作分派和班组模型下的所有工人使用概念、小组工作和多机器工作是主要的优化目标和优化结果。另外工作区提供了一种在实施分拣系统或者装配系统时候对看板控制的详细分析可能。

用户在工作区内可以定义所有的在真实系统中工人操作的各种工作/行为。它可以处理在工作站对产品的手工操作，维修，克服干扰，工作准备以及其他的一些工作。工人使用可以在工作区的帮助下详细分析。

工作区模块在一个模型中起着工作小组的作用。工人的等级以及数量可以在这里定义。如果一个模块需要工人的话，可以从工作区模块中调用。同时工作区模块里的工作休息可以用类似于干扰/休息模块中的方法来定义。



为了在模型中使用工作区，必须满足以下前提条件：

- 在模型中必须加入工作区；
- 任何需要从该工作区调用工人的模块需要和工作区相连；
- 一个模块可以和多个工作区相连；
- 一个工作区可以和多个模块相连；



9.2. 任务

在下面，将在第一部分的模型中增加一个带有一个工人的工作区模块。这个工作将在上方的工作站上加工产品然后在下面的工作站上进行加工的准备工作。

“行走时间”（工人从等待座位走到工作站的时间，等待座位是没有工作时候工人所在的地方）为30秒，工人从一个工作站走到另一个工作站的时间为10秒。在上方工作站的每个产品被加工之后，工人还需要继续等待6秒，以等待下一个工件进入工作站。另外工人的作息时间如图8.1规定。

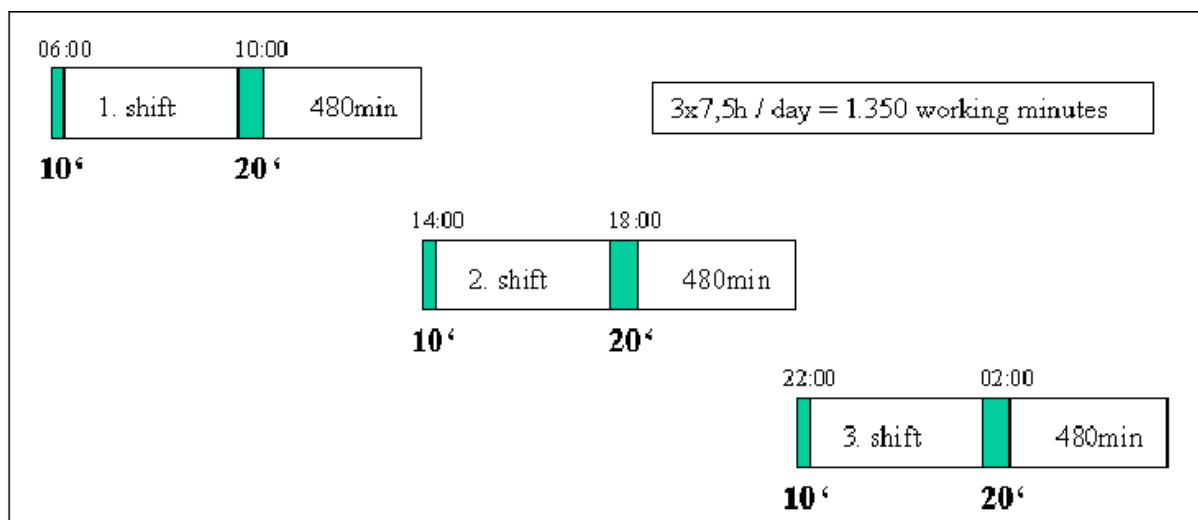



图 8.1 工人的作息时间



按照下面的步骤在模型中放入工作区模块：

- 打开“**Tutorial2.mfs**”文件。注意，这个模型不是上一章的最后模型，而是第一部份的最后模型。
- 把这个文件另存为“**Tutorial2A.mfs**”。
- 点击主菜单“视图”下的“控制面板”子菜单或者按快捷键“Ctrl+F2”，打开控制模块工具栏。



- 从控制模块工具栏中选择工作区模块的图标 ，然后通过点击鼠标左键把该模块放到工作界面。
- 点击主菜单“模型”下的“连接激活”或者按快捷键F9，进入连接模式。
- 首先在工作区模块上点击鼠标左键，此时工作区模块显示为蓝色。
- 现在再用鼠标左键点击上方的工作站模块，此时上方的工作站模块变成红色，表示这2个模块已经连接起来。
- 退出连接模式。



- 从控制模块工具栏中选择工人模块图标。
- 通过点击鼠标左键把这个模块放在靠近上方的工作站位置。
- 点击主菜单“模型”下的“连接激活”或者按快捷键F9，进入连接模式。
- 首先在工人模块上点击鼠标左键，此时工人模块显示为蓝色。
- 在上方的工作站模块上点击鼠标左键然后按住Shift键在工作区模块点击鼠标左键。
- 现在将确定上方的工作站的工人来自工作区。
- 退出连接模式。
- 按照上述方法在下方的工作站附近添加一个工人模块并且把他们与工作区连接起来。此时模型如图8.2所示。



- 经常也这样操作：先把所有要放入的模块一起放入到工作界面上之后再进入连接模式把它们连接起来。
- 如果工作区与一个模块连接错了，那么在了解模式上在这个模块上先选中工作区模块，然后在连接错误的模块上再次点击鼠标左键，可以解除它们之间的连接。
- 一个工作站模块可以连接多个工人模块。

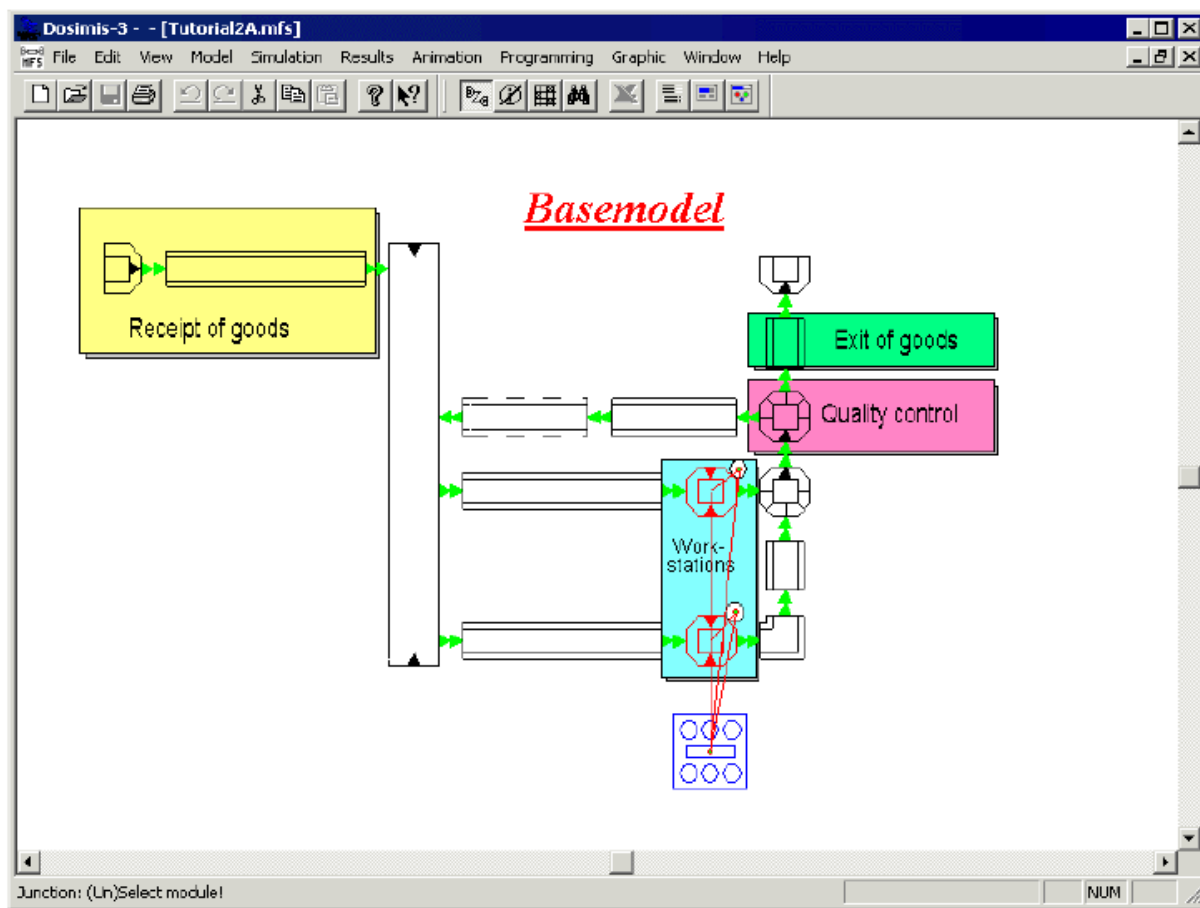


图8.2 加入了工作区的模型



9.3. 工作区域的参数设置

工人的参数设置由需要工人工作的模块的阐述设置和工作区模块的参数设置共同完成。

9.3.1. 工作站模块参数设置

工作区域里的工人的工作内容是在上方的工作站进行对对象类型为 1 的工件加工和下方工作站的加工准备工作。所以对于上方工作站模块，相关的参数设置是对象类型 1。对于下方的工作站模块，相关的参数设置与工作准备时间有关。

按照下面方法进行参数设置。

- 鼠标双击上方的工作站模块。
- 在“工人”下方的“对象”为1的“Strategy”的下拉框中选择“最大工人数量”。这个策略表示工作时间与给定的最大工人的数量有关。
- 在“工人”下方的“最小”，“最大”，“质量”的三个文本框中输入“1”，在“中断”下面的文本框内输入“0”。“最小”，“最大”表示工作需要的最小和最大工人数量，“质量”表示该工作的质量等级，“1”表示质量等级最高。“中断”为0时候，表示该工作不允许中断。参数设置完之后参数设置面板如图8.3所示。
- 用同样的方法将下方工作站的准备时间的参数进行设置，如图8.4所示。



图 8.3 上方工作站模块的参数设置

图 8.4 下方工作站模块的参数设置

9.3.2. 工作区模块参数设置

现在按照下面的步骤进行工作区模块的参数设置。

- 在工作区模块双击鼠标左键，打开参数面板，如图 8.5 所示。
- “工人列表”设置：在“质量”和“数量”下放的文本框内都输入“1”。这表明工作区里面有 1 个操作质量等级为 1 的工人。
- “工人指派”和“工作指派”设置：缺省设置。
- 工作定义设置：第 1 列为工作编号。第 2 列为工作类型，第 3 列为工作所处的模块，第 4 列为补充信息，第 4 列为工作的优先权。按照图 9.5 输入。优先权的设置表示下方工作站的准备工作具有较高的优先权。
- 工作位置改变设置：这个设置规定了在什么情况下工人离开工作站返回到等待座位，对于上方工作站，为等待时间超过 6 秒，而下方的工作站为每个准备工作完成之后。在“任务编号”为“1”的情况下，在下面的下拉框中选择“当延迟 > n sec.”，然后在后面的文本框内输入“6”。这个表示工人在上方工作站完成一个工作之后，在下方工作站没有工作任务的情况下等待时间如果超过 6 秒，则工人返回到等待座位。

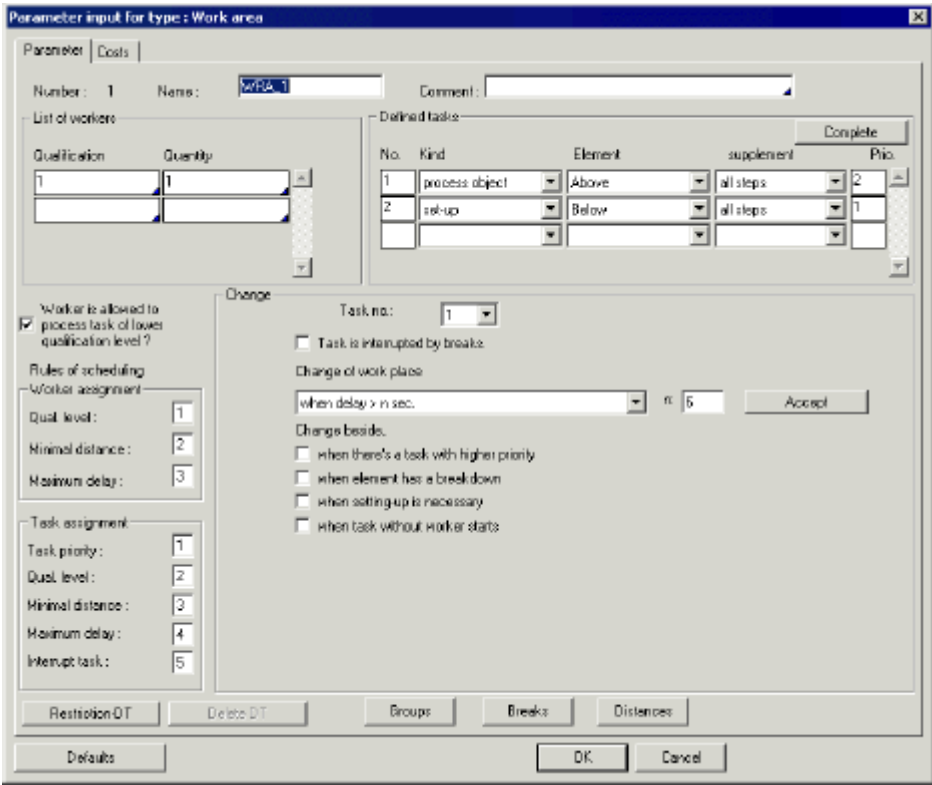


图 8.5 工作区参数设置

- 休息参数设置：在工作区模块的参数面板（图 8.5）中点击“休息”按钮就弹出如图 8.6 所示的休息参数设置面板。按照图 8.6 输入参数，然后点击“确定”按钮或者按回车键确定参数设置。同样如同干扰/休息模块一样，选择“没有统计”，将在统计结果中过滤掉休息时间部分。

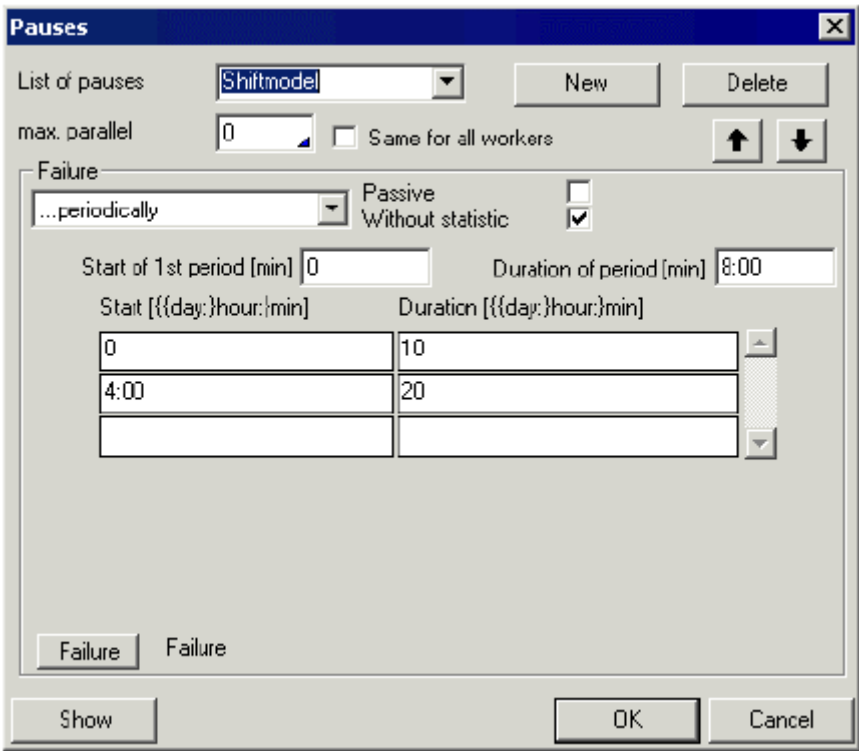


图 8.6 “Breaks”（休息）参数设置



- **距离参数设置：**：在工作区模块的参数面板（图 8.5）中点击“Distances”按钮弹出如图 8.7 所示的距离参数设置参数面板，同时工作区模块的参数面板消失。从等待座位到工作站的时间为 30 秒，从一个工作站到另外一个工作站的时间为 10 秒。按照图 8.7 所示进行参数设置，然后点击“OK”按钮或者按回车键确定参数设置。此时距离参数设置参数面板消失。工作区模块的参数面板重新显示。
- 然后点击“OK”按钮或者按回车键确定工作区模块参数设置。

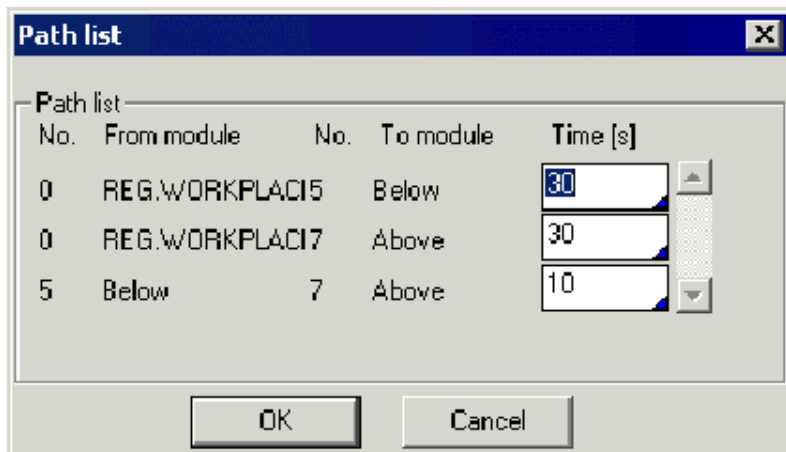


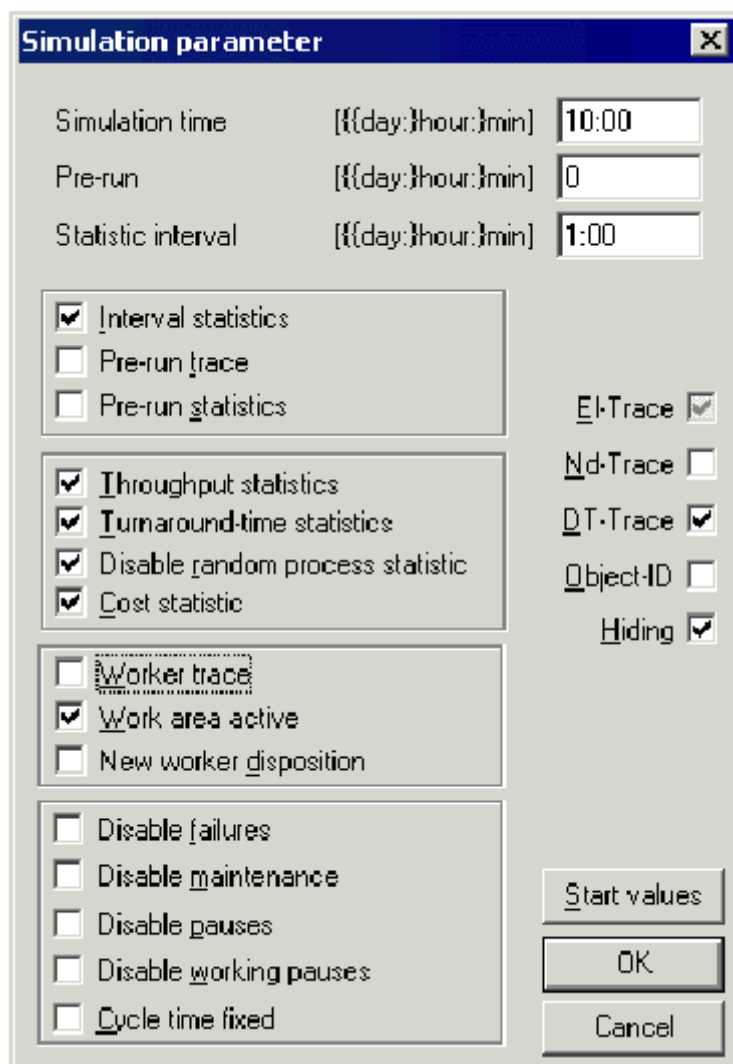
图 8.7 距离参数设置



每一个工件在进入工作站的时候都要进行检查，是否这个工件需要从工作区域内调用工人。如果这个时候没有工人处于空闲状态，则这个工作这被标示为尚未处理的，并且工作站处于等待状态（黄色表示）。在 Dosimis-3 中，装配台和拆装台与工作在上述情况下类似。



正常情况下系统仿真之后的动画中会显示工人的运动情况，如果不想看到这种情况，可以点击主菜单“模拟”下的“参数”子菜单，则出现如图 8.8 所示的系统仿真设置面板，将“工人跟踪”前的选择框去掉，则再次运行仿真之后就不会显示工人的运动情况。



The dialog box is titled "Simulation parameter" and contains several sections of controls. At the top, there are three input fields for time: "Simulation time" (set to 10:00), "Pre-run" (set to 0), and "Statistic interval" (set to 1:00). Below these are four groups of checkboxes. The first group contains "Interval statistics" (checked), "Pre-run trace" (unchecked), and "Pre-run statistics" (unchecked). The second group contains "Throughput statistics" (checked), "Turnaround-time statistics" (checked), "Disable random process statistic" (checked), and "Cost statistic" (checked). The third group contains "Worker trace" (unchecked), "Work area active" (checked), and "New worker disposition" (unchecked). The fourth group contains "Disable failures" (unchecked), "Disable maintenance" (unchecked), "Disable pauses" (unchecked), "Disable working pauses" (unchecked), and "Cycle time fixed" (unchecked). To the right of these groups are four more checkboxes: "El-Trace" (checked), "Nd-Trace" (unchecked), "DT-Trace" (checked), and "Object-ID" (unchecked). At the bottom right, there are three buttons: "Start values", "OK", and "Cancel".

Parameter	Value / State
Simulation time	10:00
Pre-run	0
Statistic interval	1:00
Interval statistics	Checked
Pre-run trace	Unchecked
Pre-run statistics	Unchecked
Throughput statistics	Checked
Turnaround-time statistics	Checked
Disable random process statistic	Checked
Cost statistic	Checked
Worker trace	Unchecked
Work area active	Checked
New worker disposition	Unchecked
Disable failures	Unchecked
Disable maintenance	Unchecked
Disable pauses	Unchecked
Disable working pauses	Unchecked
Cycle time fixed	Unchecked
El-Trace	Checked
Nd-Trace	Unchecked
DT-Trace	Checked
Object-ID	Unchecked

图 8.8 仿真参数面板

仿真参数的改变仅仅影响到动画，对工人的实际安排过程没有影响。



9.4. 工作区分析

在运行仿真之后，可以开始动画来观察模型。在动画工具条上选择单步运行，在动画开始运行之后，工作区域模块上将产生一个工人。它显示为红色，表示这个工人在等待座位上并进行休息。休息时间为 10 分钟。大概 2 分钟之后第一个工件进入上方的工作站，这个工件显示为黄色并且标示为“工件等待”状态。10 分钟之后工人离开等待座位向上方的工作站前进。上方工作站旁边的“工作位置”被填满了绿色。一旦工人到达上方的工作站之后，“工作位置”显示蓝色，如图 8.9 所示。当工人在工作站等待 6 秒（下一个工件完全进入工作站的时间）之后还没有下一个工件进入的时候，“工作位置”显示为黄色，工人离开工作站。图 8.10 为下发的工作站中工人进行工作准备时候的仿真动画。

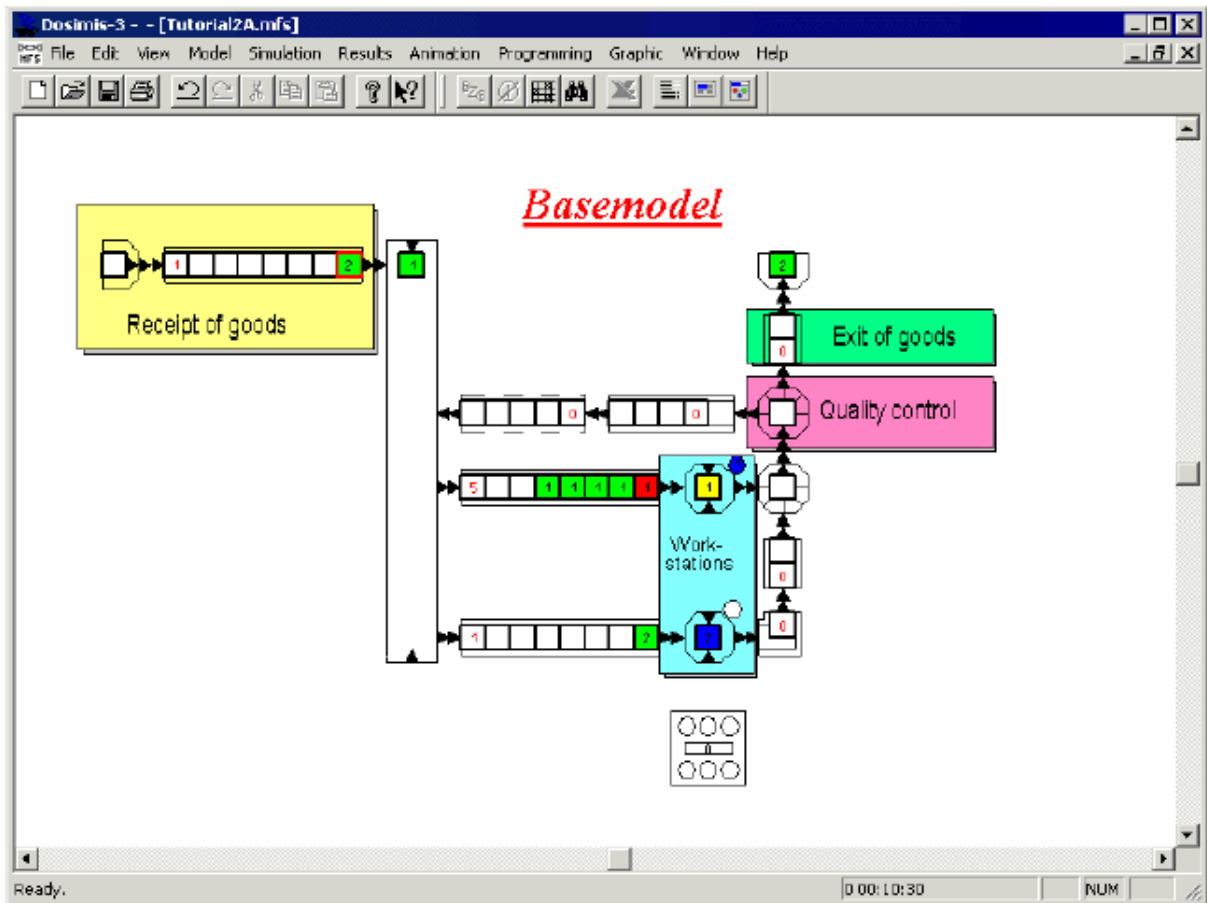


图 8.9 工人到达上方工作站

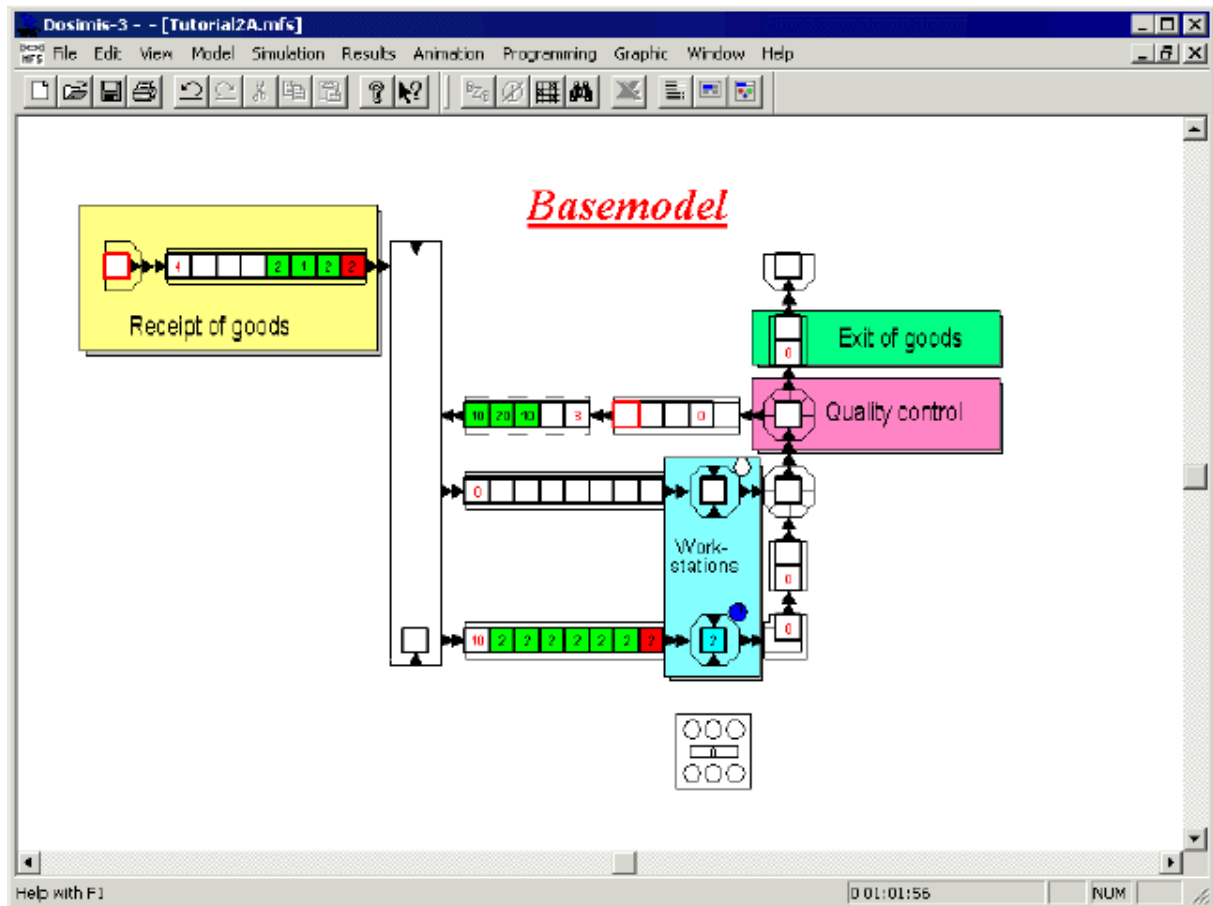


图 8.10 工人在下方工作站进行工作准备

工件（动画中的小方块）的颜色表示一个对象目前所处的这台，例如在工人使用的情况下：

黄色=等待工人；

紫色=等待工人进行工作准备；



9.5. 统计

运行仿真之后，工作区域模块的仿真结果可以通过直方图的形式显示。

- 选择工作区域模块；
- 点击主菜单“结果”下的“结果 参数”子菜单；
- 选择“统计时间点”前面的复选框，600 分钟的时间点的仿真统计结果将被显示。
- 点击“Exit”按钮，确认修改。
- 点击主菜单“结果”下的“工作区域统计”子菜单。将显示如图 8.11 所示的工作区域模块统计结果图。

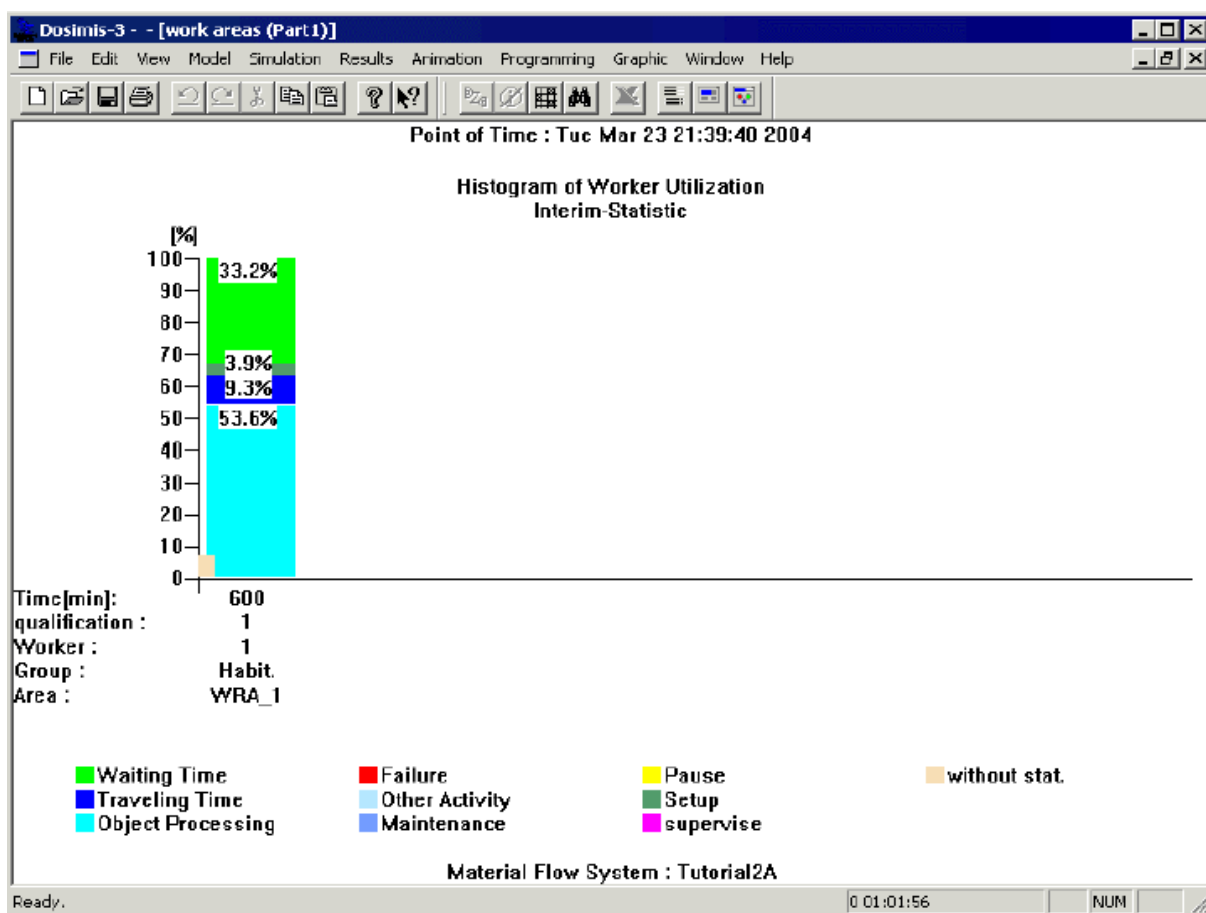


图 8.11 工作区域模块统计结果图

从图 8.11 可以看出，工人还有很大的工作潜力，其等待时间很长。下面来看看工作站的统计结果。

- 选择 2 个工作站；
- 点击主菜单“结果”下的“时间图”子菜单。将显示如图 8.12 所示的 2 个工作站的时间直方图。

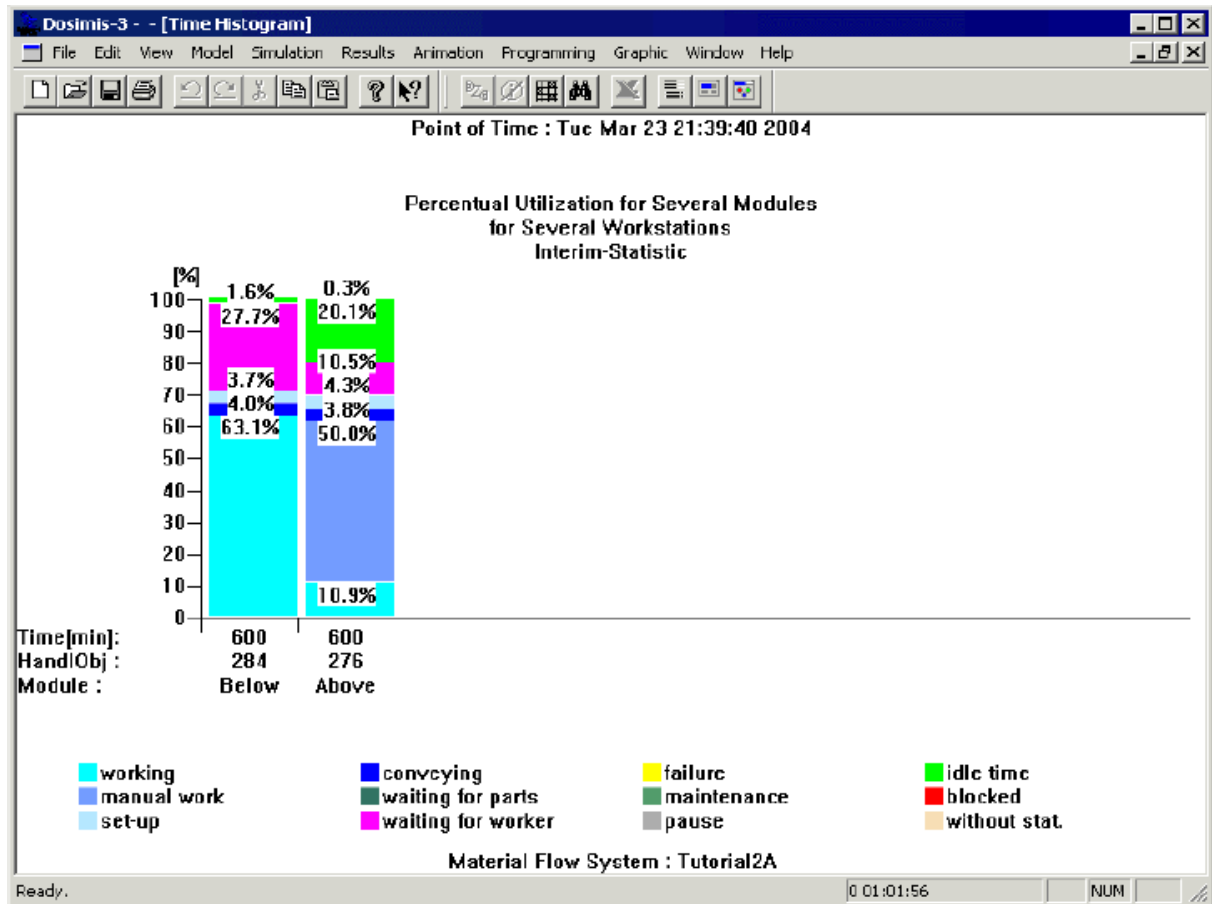


图 8.12 2 个工作站的时间直方图

从图 8.12 可以看出，2 个工作站的等待工人的时间的比例都比较高。这也可以从结果统计中看到，如图 8.13 所示。等待工人导致了系统工作效率的下降。经过比较发现，因为等待工人时间的存在，使系统的物料通过量降低了 16% 左右。

工人的等待时间出现原因：

- 在上方工作站中，等待工件完全进入工作站的时间；
- 在上方工作站处理返修件时候工人没有工作任务的时间；
- 等待工件的时间；

工作站待工人的时间出现原因：

- 工人休息时间；
- 工作站在需要工人操作时候而工人在另外一个工作站或则在休息座位，则该工作站必需等待。

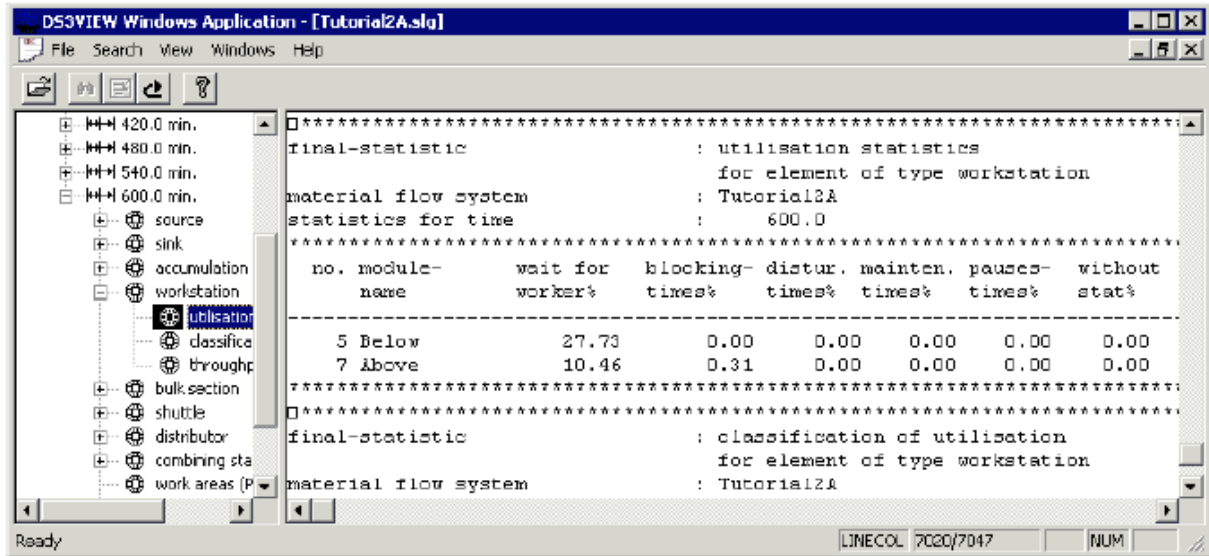


图 8.13 工作站模块最终统计结果

点击主菜单“结果”下的“统计数据”子菜单将出现最终统计结果，从中可以看到工作区域的统计结果，如图8.14所示。

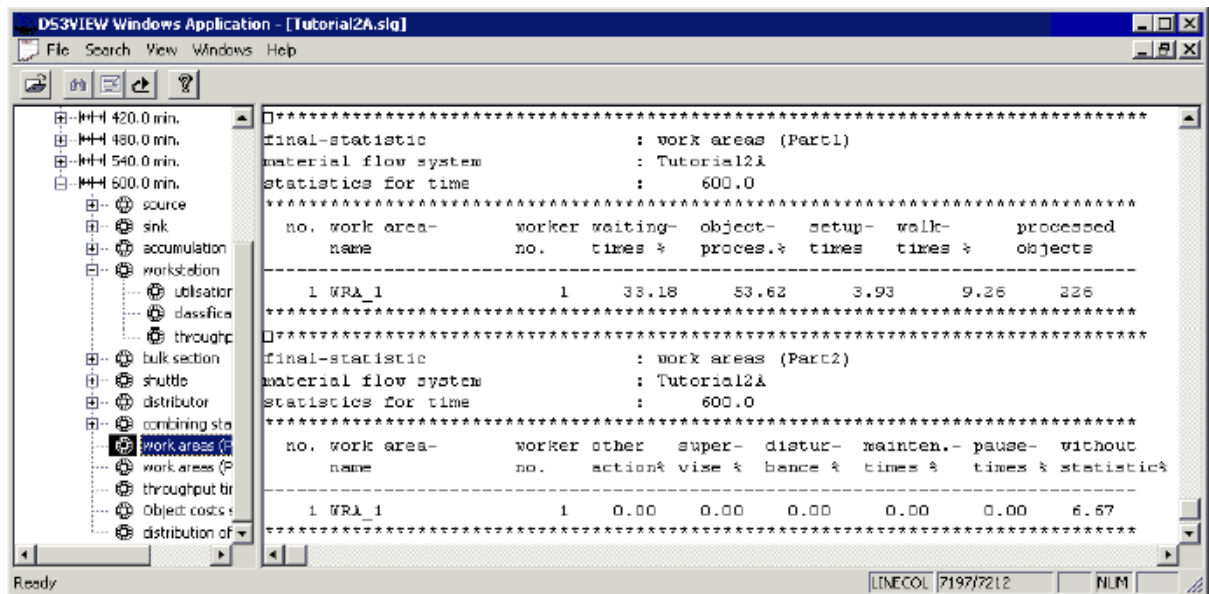


图 8.14 工作区域模块最终统计结果



9.6. 一个工作多个工人

在复杂的工作情况下，经常会出现一个工作同时需要多个工人来完成。这工人使用策略来实现，它指定了一个工作必须的最少工人数量和最大工人数量。这里给出的工作时间是依据最大工人数量确定的。当一个工作开始时，只要可支配的工人数量达到最少工人数量的时候即可开始。如果最大工人数量和最小个人数量是不同的时候，他们完成工作的时间也是不一样的。例如如果一个工作所必需的最大工人数量为 3，而只有 2 个工人来进行工作的时候，那么所需要的工作时间比给定的工作增加 50% ($3/2 \times \text{工作时间}$)。

在这个例子中，每个工件的加工需要 1 个工人，而准备工作需要 2 个工人。

准备工作需要 2 个工人可以按照图 8.15 来进行参数设置。

Set-up times				Employment of workers				
Fixed				Strategy	Min.	Max.	Qual.	Intrap.
From object	To object	Distribution	Cycle time[sec]					
2	20	Fixed	60	Maximal no.	2	2	1	0
20	2	Fixed	60	Maximal no.	2	2	1	0

图 8.15 一个工作多个工人

每个工作站都需要进行相应的参数设置，以使每个工件加工需要 1 个工人，工作准备需要 2 个工人。下方工作站的工件加工时候需要的工人设置可以参照前面叙述的上方工作站的设置方法进行设置。因为一个工人在工作时候要占用一个工作位置模块，所以每个工作站模块都需要添加一个“工作位置”控制模块。如果这 2 个工人的作息时间一样，则可以使用同一个工作区域模块，把里面的工人数量修改为 2 即可，如果 2 个工人的作息时间不一样，则需要再增加一个工作区域模块，这里采用复制的方法，把已经存在的工作区域模块复制。将它们连接起来。点击“模型”/“信息...”/“连接”，可以看到模块之间的连接情况。此时模型如图 8.16 所示。这里假设 2 个工人的作息时间不一样。

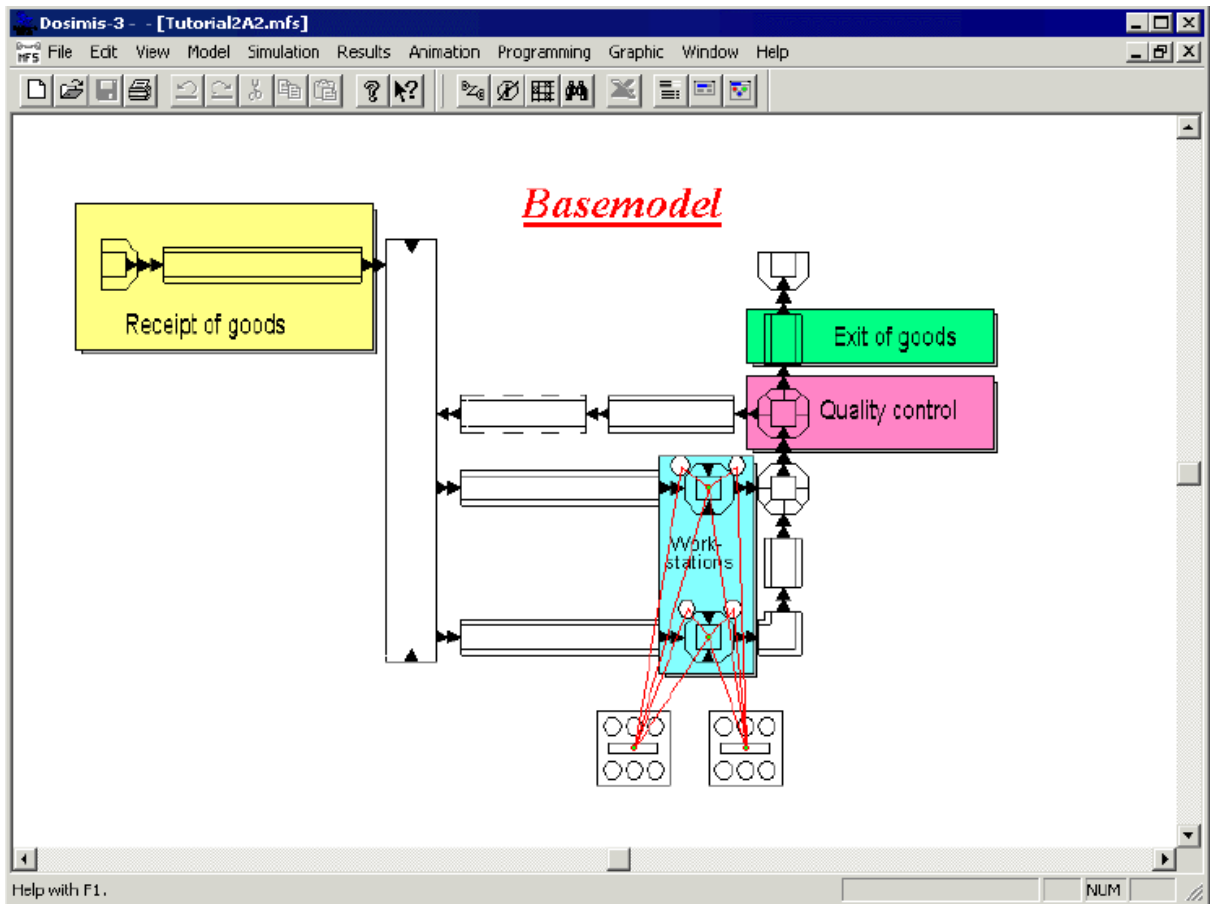


图 8.16 添加工作区域和工作位置模块并且连接之后模型

如果此时进行模型连接性检查，会出现错误。点击主菜单“模拟”下的“检测输出”子菜单查看错误报告，如图8.17显示。错误的主要原因是这2个工作区域模块的参数设置需要进行修改。按照表8.1进行修改。

表8.1 工作区域模块参数修改

增加工作区域1模块的工作任务：				
编号	类型	对象	补充	优先权
3	准备	above	所有步骤	1
修改和增加工作区域2的工作任务：				
编号	类型	对象	补充	优先权
1	处理对象	Below	所有步骤	2
3	准备	above	所有步骤	1

上述的错误被排除后，即可运行仿真。

运行仿真之后，2个工作站的时间直方图如图8.18所示。从图中可以看出，这2个工作站等待工人的实际比例比前面的更高。

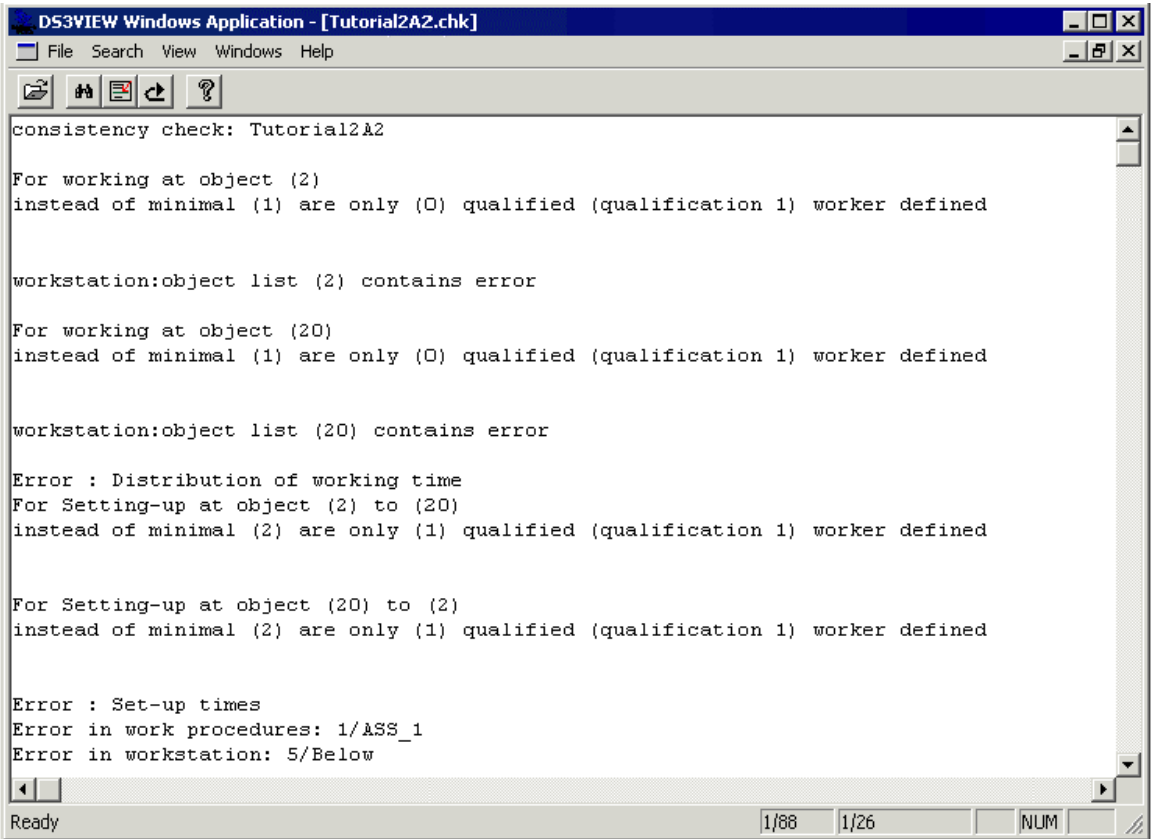


图 8.17 连接性检验错误报告

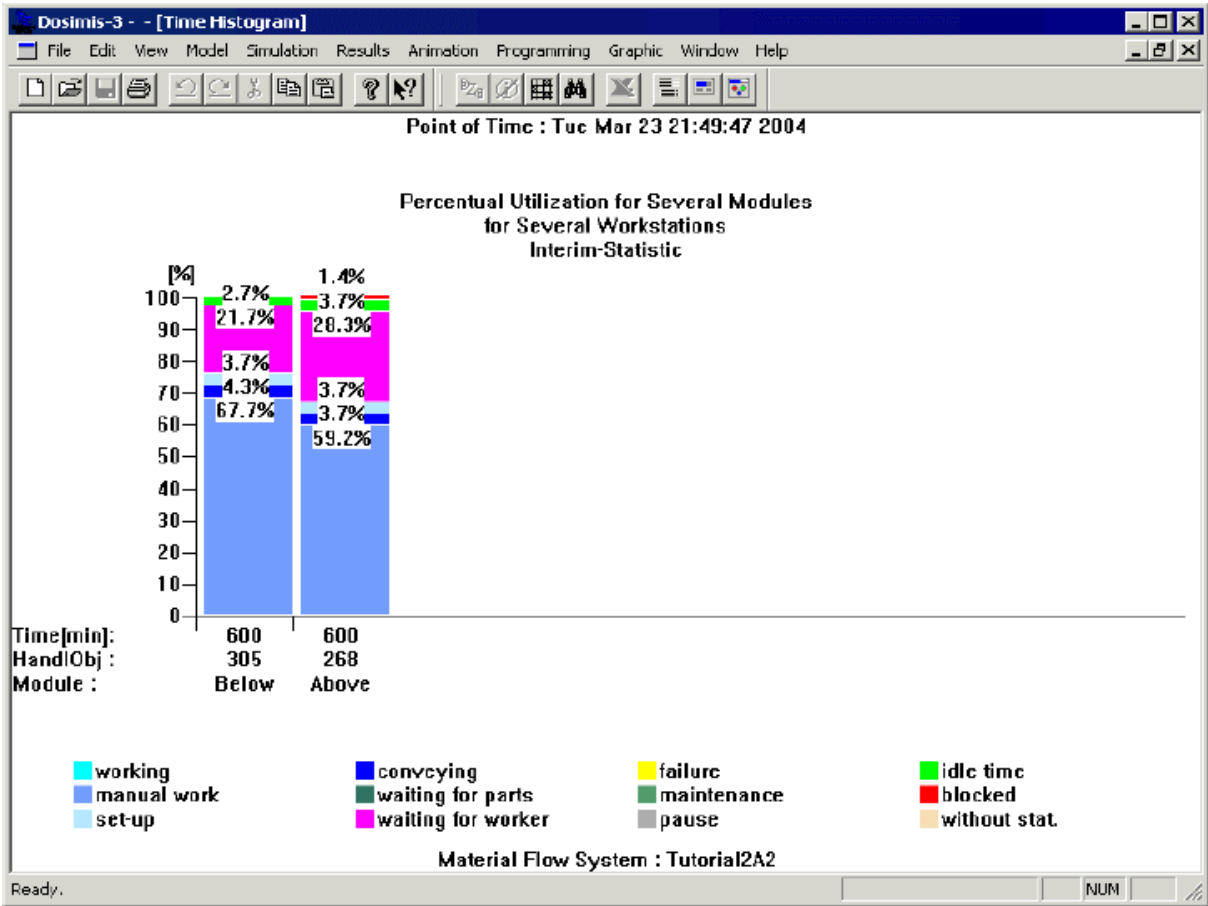


图 8.18 工作站时间直方图





9.7. 工作中断

工作准备的优先权比较高，然而由于工作的准备需要 2 个工人一起操作，那么一旦有一个工人在进行工件加工的时候，工作准备必须等待。现在规定在工作准备任务开始时候，如果有 1 个工人正在进行工件加工，那么那个工人需要立即停止手中的工作，到另外一个工作站进行工作准备。在工作站的 参数面板中“工作时间分布”内的“工人”下的“中断”都修改为“10”，如图 8.19 所示。这表示如果有其它优先级超过 10 的工作，那么这个工作允许中断。2 个工作站中的这个参数都必须修改。

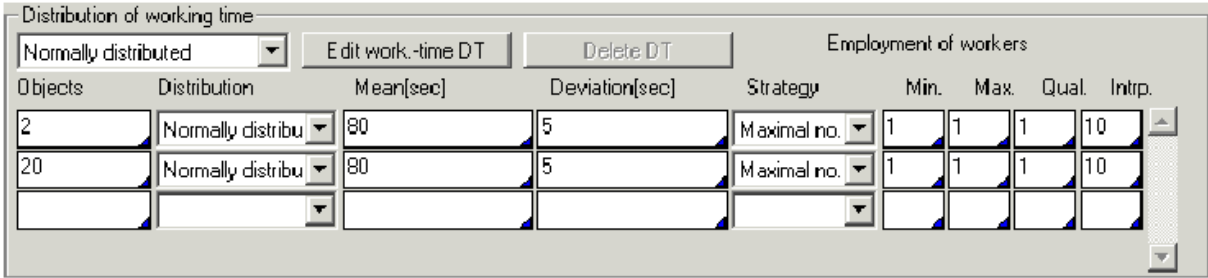


图 8.19 修改工作中断参数

现在来看看修改参数之后模型运行的统计结果，从图 8.20 的工作站时间直方图可以看到，工作站等待工人的时间显著减少。要继续减少由于工人休息的原因而造成的等待时间是不可能的。

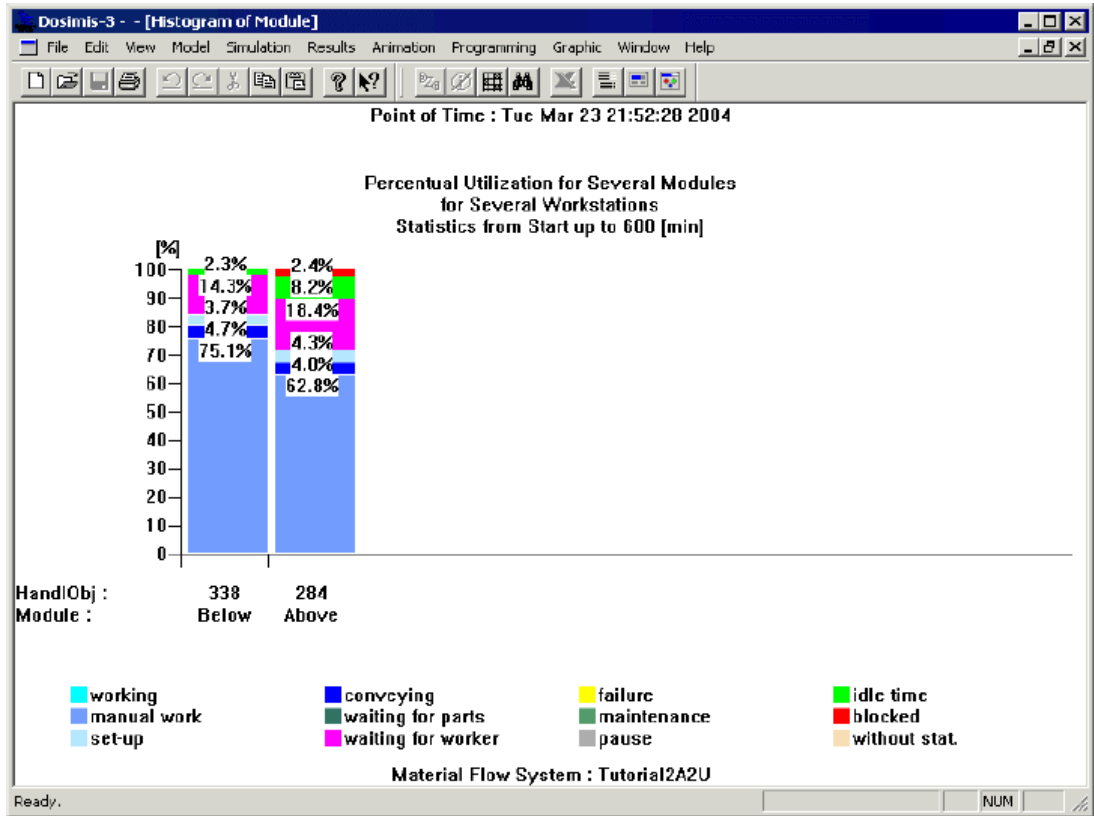


图 8.20 工作站模块时间直方图



9.8. 关闭工作区域

如果每个工作都有足够的工人，即即工作站等待工人的时间为 0 的话，那么所有的工作都被自动完成，此时的情况与不使用工作区域是一样的。

关闭全部工作区域模块：

- 点击主菜单“模拟”下的“参数”子菜单；将弹出如图 8.21 所示的仿真参数面板。
- 去掉“工作区域 active”前面的复选框，则在模型中关闭所有的工作区域模块。

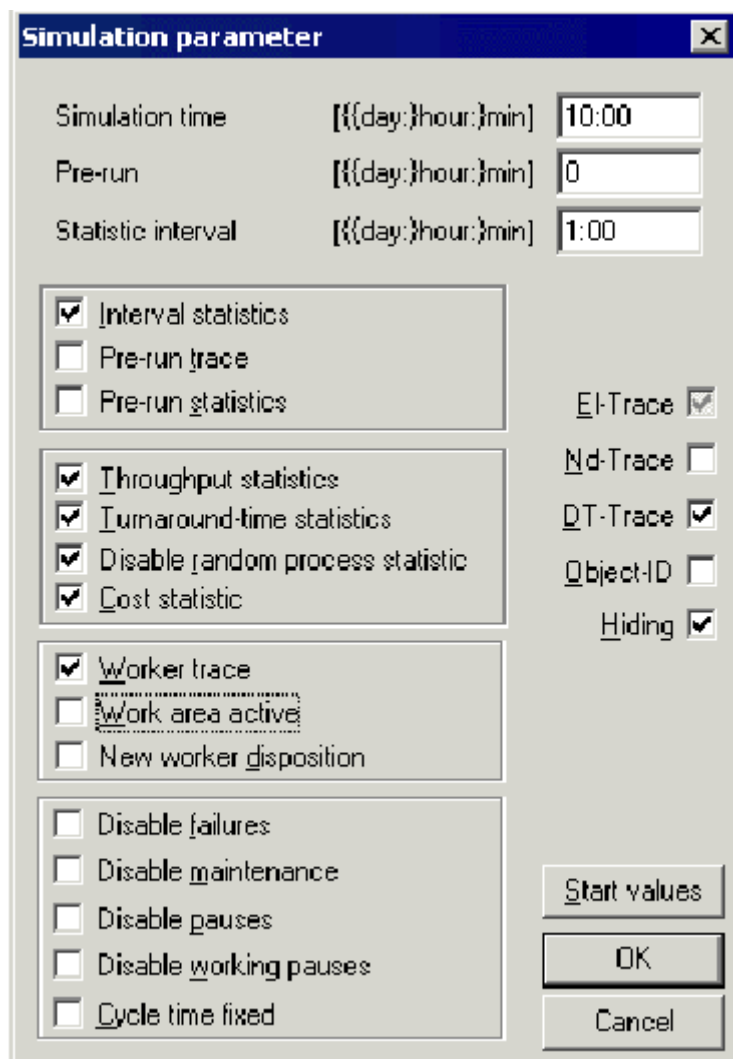


图 8.21 系统仿真参数设置面板