




# Flexsim

## 物流系统建模与仿真

尹 静 马常松 著

 冶金工业出版社  
Metallurgical Industry Press

# Flexsim 物流系统建模与仿真

尹 静 马常松 著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2014

## 内 容 提 要

全书共分为三部分,第一部分围绕工业生产系统,主要探讨了离散型流水作业线设计,混流生产线排程,柔性制造系统,制造加工车间仿真优化;第二部分围绕城市仓储系统,探讨了普通仓库与自动化仓库设计,仓库优化仿真;第三部分围绕城市配送系统,选取各个典型行业在配送中心建设过程中的有代表性案例,探讨仿真方法在配送中心的规划、设计以及运行优化的应用与效果。

本书可供物流、工业工程专业的师生使用,也可供从事相关专业的技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

Flexsim 物流系统建模与仿真/尹静,马常松著. —北京:  
冶金工业出版社, 2014. 6

ISBN 978-7-5024-6477-6

I. ①F… II. ①尹… ②马… III. ①物流—系统建模—  
应用软件 ②物流—系统仿真—应用软件 IV. ①F252-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014) 第 126951 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcs@cnmip.com.cn

责任编辑 郭冬艳 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 李 娜 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-6477-6

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 北京慧美印刷有限公司印刷

2014 年 6 月第 1 版, 2014 年 6 月第 1 次印刷

169mm × 239mm; 10.75 印张; 207 千字; 160 页

26.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿邮箱:tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

# 前 言

随着我国城市化进程的日益加速，如何提高和改善现代城市物流的管理绩效和运作效率，是物流工程与管理领域的重要议题。本书从微观运营的角度，以 Flexsim 仿真软件为主要工具，就现代城市物流系统中的典型问题进行了系统的分析、建模、仿真与优化，主要内容包括：

(1) 城市工业生产系统：针对现代制造过程，围绕生产系统布局设计与运行优化展开探讨，分别完成了离散型流水作业生产线的设计、生产线排程，柔性制造系统分析，最后以制造加工车间为背景，完成了平面布局设计、物流路径设计、装卸搬运工具选取等内容，通过动态仿真，统计数据分析，在初步设计方案的基础上，完成了方案优化与系统评价。

(2) 城市仓储系统：首先结合国内某公司提供的商品基本数据及仓库建设要求，完成了仓库布局设计、作业流程分析以及动态仿真。在此基础上，保持布局设计和基本作业流程不变，增加自动化机械设备替代现有的传统机械设备，完成设计与运行仿真。最后针对公司仓库入库量增倍的情况，通过建立运行仿真模型，得出通过改进叉车运行效率减缓压力，减少货物的等待时间，实现仓库的良好运转。

(3) 城市配送系统：主要围绕配送物流展开研究，选取各个典型行业在配送中心建设过程中的代表性案例，探讨仿真方法在配送中心的规划、设计以及运行优化的应用与效果。所选案例涉及钢材配送、零售配送、食品配送、医药配送以及配送分拣系统，详细论述了研究过程中的关键步骤，通过反复进行仿真实验得出整体最佳方案。

本书采用计算机仿真的研究方法，选取有代表性的现实案例，通



## 前 言

过调研企业的真实运作流程，对突出的城市物流问题进行建模和分析，并将各种现实存在的不确定因素纳入研究范围，研究成果力求丰富物流工程与管理的仿真内容，为本科生、研究生以及相关领域从业人员学习提供有益的参考与帮助，为相关企业和政府部门提供现实参考。

本书的出版得到了北京建筑大学学术著作出版基金的资助，特此感谢！

由于作者水平所限，加之时间有限，书中难免出现一些问题，敬请广大读者批评指正。

作 者

2013年10月

# 目 录

## 第一部分 生产物流

1 离散型流水作业线设计 .....	3
1.1 概述 .....	3
1.1.1 基本类型 .....	3
1.1.2 位置关系布局 .....	3
1.1.3 现有方法 .....	6
1.2 案例描述 .....	9
1.3 研究过程 .....	9
1.3.1 参数设定 .....	9
1.3.2 平面布局 .....	10
1.3.3 仿真模型 .....	10
1.3.4 仿真结果 .....	12
1.3.5 优化方案 .....	14
1.3.6 性能分析 .....	15
1.4 小结 .....	15
2 混流生产线排程 .....	16
2.1 概述 .....	16
2.1.1 传统排产方式 .....	16
2.1.2 排产模型 .....	17
2.1.3 排产方法 .....	18
2.2 案例描述 .....	18
2.3 研究过程 .....	19
2.3.1 平面布局 .....	19
2.3.2 参数设定 .....	20
2.3.3 性能评价 .....	23
2.4 小结 .....	24



<b>3 柔性制造系统</b> .....	25
3.1 概述 .....	25
3.1.1 柔性制造概念 .....	25
3.1.2 柔性制造系统组成 .....	26
3.1.3 柔性制造系统特点 .....	27
3.2 案例描述 .....	27
3.3 研究过程 .....	29
3.3.1 平面布局 .....	29
3.3.2 仿真实现 .....	31
3.4 小结 .....	37
<b>4 制造加工车间仿真优化</b> .....	38
4.1 概述 .....	38
4.1.1 基本概念 .....	38
4.1.2 物流路径设计 .....	40
4.1.3 物料搬运系统设计 .....	41
4.2 案例描述 .....	43
4.3 研究过程 .....	45
4.3.1 仿真参数设定 .....	45
4.3.2 车间布局 .....	46
4.3.3 仿真模型 .....	47
4.3.4 结果分析 .....	50
4.4 系统优化 .....	53
4.4.1 优化方法 .....	53
4.4.2 方案评价 .....	54
4.4.3 仿真实现 .....	57
4.4.4 分析与改进 .....	60
4.5 小结 .....	67

## 第二部分 仓储物流

<b>5 普通仓库设计</b> .....	71
5.1 概述 .....	71



5.1.1	基本方法	71
5.1.2	设备选择	73
5.1.3	基本业务	76
5.2	案例描述	78
5.2.1	仓库的建设要求	78
5.2.2	商品基本数据收集	78
5.2.3	三类产品的规格	79
5.3	研究过程	79
5.3.1	整体布局设计	79
5.3.2	内部设计	80
5.3.3	系统仿真	85
5.4	性能评价与优化	91
5.5	小结	92
6	自动化仓库	93
6.1	概述	93
6.1.1	定义	93
6.1.2	分类	93
6.1.3	组成	94
6.2	案例描述	95
6.3	研究过程	95
6.3.1	总体结构	95
6.3.2	作业流程	96
6.3.3	内部设计	96
6.3.4	仓库选择	96
6.3.5	仿真结果	97
6.4	小结	98
7	仓库优化仿真	99
7.1	概述	99
7.2	案例描述	99
7.2.1	基本情况	99
7.2.2	作业现状	99
7.3	研究过程	100
7.3.1	入库分析	100





7.3.2	设备利用率	101
7.3.3	模型布局	101
7.3.4	参数设置	102
7.3.5	关键步骤	102
7.4	性能评价与优化	104
7.4.1	结果分析	104
7.4.2	优化方案	105
7.5	小结	106

### 第三部分 配送物流

8	钢材配送中心设计与仿真	109
8.1	概述	109
8.1.1	配送中心的目的	109
8.1.2	类型和功能	110
8.2	案例描述	112
8.3	研究过程	113
8.3.1	主工艺流程	113
8.3.2	功能区域划分	114
8.3.3	相互关系分析	114
8.3.4	单位相关图	115
8.3.5	面积确定	117
8.3.6	作业面积相关图	118
8.3.7	总平面布置	118
8.4	小结	118
9	零售配送中心设计与仿真	120
9.1	案例描述	120
9.2	研究过程	121
9.2.1	系统数据	121
9.2.2	建立 Flexsim 模型	121
9.2.3	实体布局及其参数设置	121
9.2.4	模型运行	132
9.3	小结	134



<b>10 食品配送中心设计与仿真</b> .....	135
10.1 案例描述 .....	135
10.2 研究过程 .....	136
10.2.1 作业流程 .....	136
10.2.2 布置图 .....	136
10.2.3 参数设置 .....	136
10.2.4 仿真分析 .....	137
10.3 小结 .....	142
<b>11 配送分拣系统设计与仿真</b> .....	143
11.1 案例描述 .....	143
11.2 研究过程 .....	145
11.2.1 实体选择 .....	145
11.2.2 供应商以及补货系统设置 .....	145
11.2.3 订单处理器的设置 .....	147
11.2.4 分拣传送带的设置 .....	149
11.2.5 暂存区和吸收器的设置 .....	150
11.3 仿真结果 .....	151
11.4 小结 .....	152
<b>12 制药企业多功能区域设计与仿真</b> .....	153
12.1 概述 .....	153
12.2 问题描述 .....	153
12.3 研究过程 .....	153
12.3.1 作业流程分析 .....	153
12.3.2 物流关系计算 .....	153
12.3.3 物流关系分析 .....	155
12.3.4 非物流关系分析 .....	155
12.3.5 平面设计 .....	157
12.3.6 动态仿真 .....	158
12.4 结论 .....	159

# 第一部分

## 生产物流





# 1 离散型流水作业线设计

本章首先概述生产系统布局设计的研究现状与主要方法，然后以国内某公司炼漂车间生产线为例，探讨了基于 Flexsim 进行设计、仿真、改进以及优化的主要内容。

## 1.1 概述

生产系统布局是指在一定的生产环境下，制造系统设计人员根据生产目标确定制造系统中各设备的布局形式和位置。生产系统布局设计要解决各生产工部、工段、服务辅助部门、储存设施等作业单位及工作地、设备、通道、管线之间的相互位置。合理的生产系统布局可以使生产系统的资源进行有效的组合，实现资源配置的最优化，对提高生产系统的运作效率具有重要的意义。

### 1.1.1 基本类型

生产车间设备布局设计是将加工设备、物料输送设备、工作单元和通道走廊等布局实体合理地放置在一个有限的生产车间内的过程。按照不同的分类标准，存在不同的布局形式，常见的布局类型见图 1-1。

### 1.1.2 位置关系布局

基于设备位置之间的关系，布局类型分为产品布局、工艺布局、固定布局和单元布局。其示意图见图 1-2，它们之间的对比关系如表 1-1 所示。

(1) 产品布局，又称为生产线布局，是指在固定制造某种部件或产品的封闭车间，设施按加工或装配的工艺顺序放置形成生产线。

(2) 工艺布局，又称为功能布局，是将所有相同类型的资源放置于同一区域的一种布局形式。工艺布局根据资源的功能特征对其进行分组，当产品品种多而生产批量小时，工艺布局将能提供最大的制造柔性。

(3) 固定位置布局适用于大型产品（如轮船、飞机、宇宙舱等）的建造和装配，工人和制造设施沿着产品移动。

(4) 和工艺布局相对应的是成组单元布局，其将车间内的设施划分成若干个制造单元，并以此为基本单位组织生产。在单元布局中，一组设施完成相似零件的加工，单元是专门针对一组特定的零件族设计的，柔性较差。

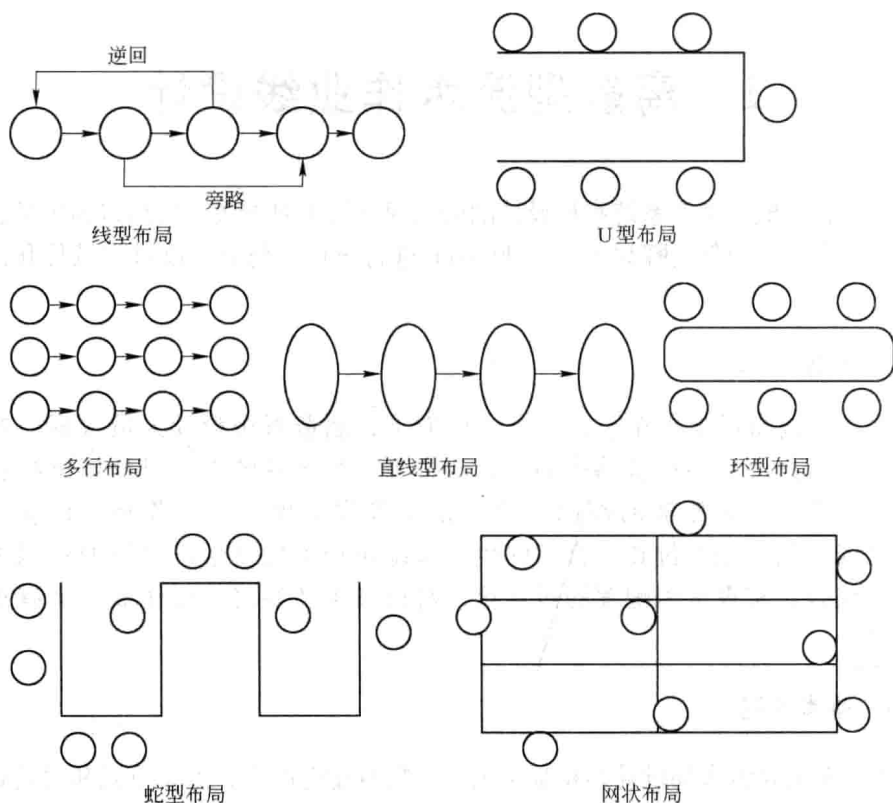
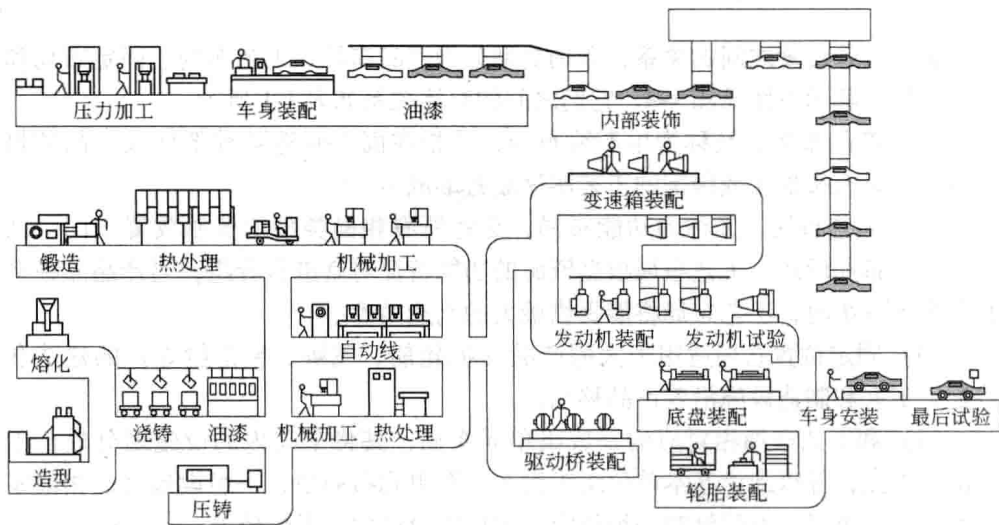


图 1-1 常见布局类型



a

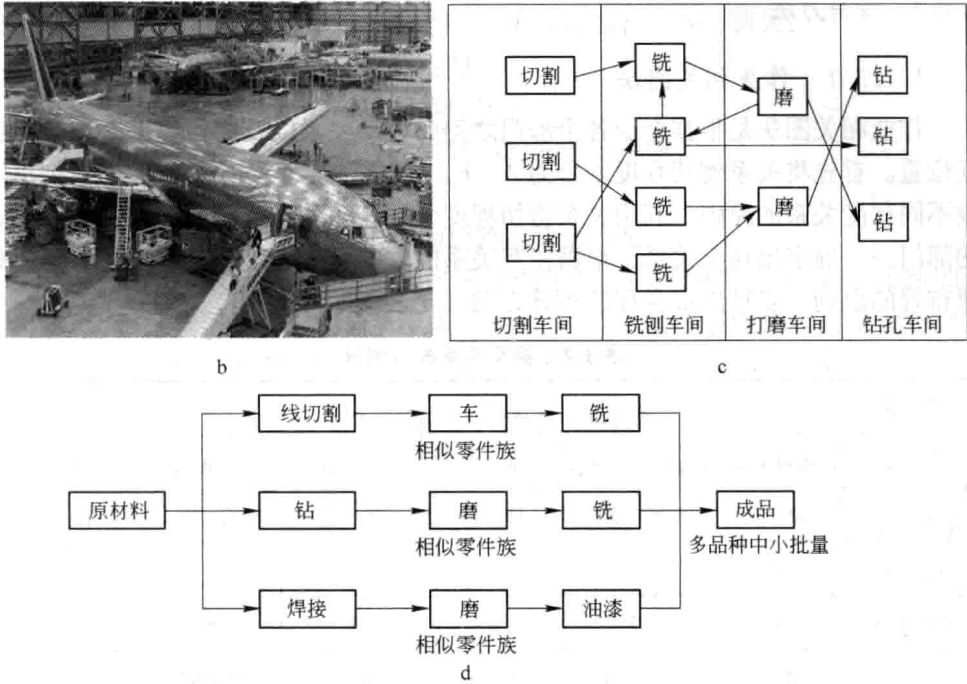


图 1-2 常见布局类型  
a—产品布局；b—固定布局；c—工艺布局；d—单元布局

表 1-1 基于设备位置关系的布局类型比较

布局形式	适用范围	优点	缺点
产品布局	大批量、少品种的生产	结构简单，物流控制容易，物料处理柔性高	一般只考虑设备布局的定量要求，没有考虑定性方面的因素
工艺布局	同类产品多，产量低；产量中等的批量生产；中小批量生产车间	物料运输成本低；有利于同组设备的负荷平衡，更具有柔性；可处理多种工艺要求；使用普通设备，成本低且易维护	物料流动时间长、工序间相互冲突，浪费大量制造成本；设备利用率较低；物料传输慢、效率低，成本高
固定布局	大型、产量较小的产品（如飞机）的生产	产品不动，制造设备与人员作为假定的物流移动，费用较低	缺乏存货空间；控制系统复杂；管理复杂
混合布局	对上述布局形式的扬长避短	系统柔性高，效率高，单位产品成本低	系统复杂
单元布局	成组技术；加工相似产品；产量中等的单元化制造	省去了工艺布局带来的很多物料处理问题，效率较高	柔性较差；要求产品需求已知、稳定、周期长；一旦需求波动，性能优势就无法显示



### 1.1.3 现有方法

#### 1.1.3.1 作业相关图法

作业相关图法是根据企业各个部门之间的活动关系以及密切程度来布置其相互位置。首先将关系密切程度划分为 A、E、I、O、U、X 六个等级，然后列出导致不同程度关系的原因，利用关系密切程度分类表和关系密切原因表，将待布置的部门一一确定出相互关系，根据相互关系的重要程度，按重要等级高的部门相邻布置的原则，安排出最合理的布置方案（见表 1-2 和图 1-3）。

表 1-2 相互关系等级划分

符号	A	E	I	O	U	X
意义	绝对重要	特别重要	重要	一般	不重要	不要靠近
颜色	红色	橘黄	绿色	蓝色	无色	棕色
量化值	4	3	2	1	0	-1
线条数/条	4	3	2	1	无	1 条折线
比例/%	2~5	3~10	5~15	10~25	45~80	根据需要

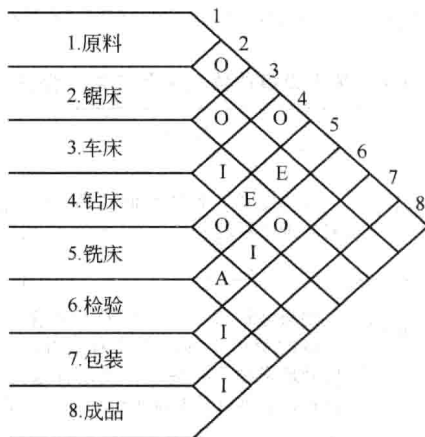


图 1-3 物流相关图

#### 1.1.3.2 从至表法

从至表法指物料从一个工作地到另一个工作地移动次数的汇总表，表中的列为起始工序，行为终止工序，表中的对角线上方表示前进方向的移动次数，对角线下方表示后退方向的移动次数。从至表法就是以从至表为基础，在确定设备位





置的前提下，以表中的对角线元素为基准计算物料在工作地之间的移动距离，从而找出物料总运量最小的布置方案。使用从至表法的基本步骤为：

- 第一步：编制零件综合工艺路线图；
- 第二步：按照工艺路线图编制零件从至表；
- 第三步：调整从至表，使移动次数多的靠近对角线；
- 第四步：绘制改进后的从至表；
- 第五步：计算改进后的零件移动距离以验证方案。

例如，某车间设备的初始排列方案及其承担加工四种零件的加工线路如表 1-3 所示，根据该图绘制出初始从至表（见表 1-4），假定表中相邻两个设备之间距离相等，均为一个长度单位，试确定车间各生产设备之间的最佳布置。

表 1-3 四种零件的加工线路图

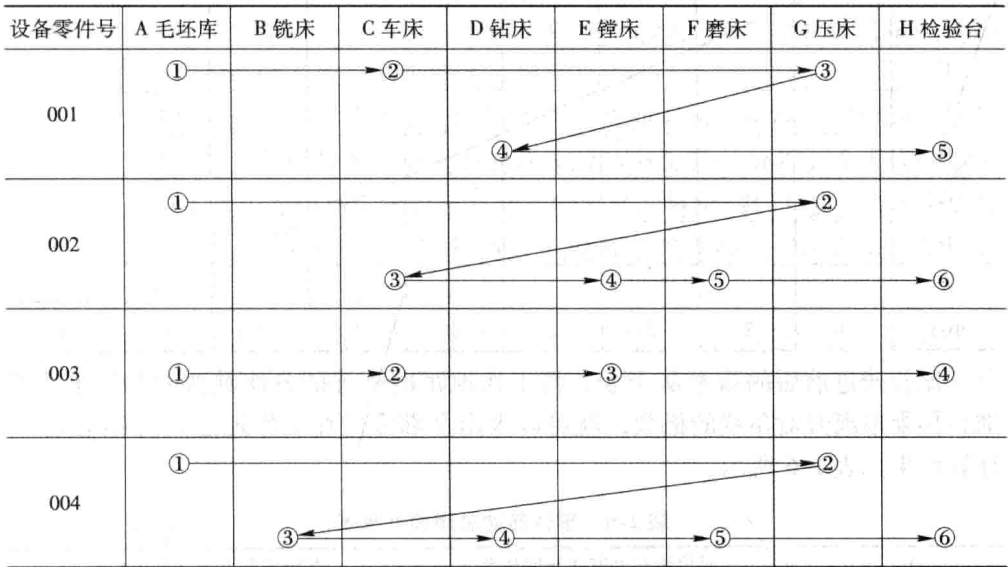


表 1-4 初始从至表

至 从	A	B	C	D	E	F	G	H	小计
A			2				2		4
B				1					1
C					2		1		3
D						1		1	2
E						1		1	2
F								2	2
G		1	1	1					3
H									0
小计	0	1	3	2	2	2	3	4	17