

汽车制造生产系统 仿真技术应用实践 ——基于Flexsim

李 峰◎著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

汽车制造生产系统 仿真技术应用实践 ——基于Flexsim

李 峰◎著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书以制造型生产企业为核心,在介绍系统仿真的基本方法和原理的基础上,详细阐述生产系统仿真技术在制造型企业中的应用。

本书主要内容包括制造业生产系统设计、作业时间测定、Flexsim 实体库、Flexsim 脚本编程基础、Flexsim 仿真入门、Flexsim 应用技巧、汽车制造业仿真实例、Flexsim 常见问题解答等。

本书结构合理,条理清晰,内容丰富新颖,可供汽车生产管理方面的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车制造生产系统仿真技术应用实践 : 基于 Flexsim/
李峰著. —北京:中国水利水电出版社,2017.7

ISBN 978-7-5170-5720-8

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车—系统仿真—应用
软件 IV. ①U461

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 188098 号

书 名	汽车制造生产系统仿真技术应用实践——基于 Flexsim QICHE ZHIZAO SHENGCHAN XITONG FANGZHEN JISHU YINGYONG SHIJIAN——JI YU Flexsim
作 者	李 峰 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:sales@waterpub.com.cn 电话:(010)68367658(营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京亚吉飞数码科技有限公司
印 刷	三河市天润建兴印务有限公司
规 格	185mm×260mm 16 开本 25 印张 608 千字
版 次	2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	88.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

随着生产自动化水平的不断提高,生产系统越来越复杂,生产节奏越来越快,使生产管理者对企业工程项目改进的每一决策都需谨慎考虑。如果决策不当,往往会付出高昂的代价。

仿真技术的发展已经渗透到各行各业,特别是在制造领域,计算机仿真一直是不可缺少的决策支持工具,它在企业生产系统优化、生产线平衡分析、生产物流的运行控制、供应链与库存管理、作业排序、资源分配、流程再造等众多领域方面发挥了巨大作用。

目前国内把仿真技术应用于企业生产系统优化和改善的还比较少,很多企业对车间、厂房、流水线、企业物流的设计和布局还是采用经验方法,致使工程项目投入运行后,才发现各种问题,往往后续还要投入巨额资金进行改善。

此外,随着企业生产系统越来越复杂,要在如此复杂的系统中找到生产系统的问题和瓶颈,找到解决问题的方法,人的大脑已经无法胜任,而计算机仿真技术是解决问题的一个重要途径。系统仿真是通过建立仿真模型,在计算机上再现真实系统,并模拟真实系统的运行。通过运行具体仿真模型和对计算机输出信息进行分析,实现对实际系统运行状态和变化规律的综合评估与预测,进而实现对真实生产系统的改善或优化,起到为决策者提供辅助支持的作用,并最终达到提高企业生产率、降低成本、缩短交货期、提高效益的目的。今后计算机仿真技术大量应用是我国制造业发展的一个趋势。

以前,计算机仿真难以被人们大量接受和使用,主要是因为用于研究大规模系统的模型通常很复杂,编程实现这些模型是非常费事的。近几年,一些优秀仿真软件的开发使这个实现过程变得简单许多,如:Flexsim 系统仿真软件是一款可视化编程仿真软件,建模简单,集计算机三维图像处理技术、仿真技术、人工智能技术、数据处理技术为一体,为制造、物流等领域服务的软件产品,功能强大。

本书以制造型生产企业为核心,在介绍系统仿真的基本方法和原理的基础上,详细阐述生产系统仿真技术在制造型企业中的应用。

本书基于 Flexsim 平台撰写了大量与实际相结合的仿真实例,这些实例是作者多年教学积累和科研成果的提炼。通过这些实例说明如何使用 Flexsim 建立生产系统仿真模型,如何把传统的工业工程(IE)技术和系统仿真结合起来对实际制造生产系统进行分析和优化,这些案例都很实用并有详细的建模步骤和程序代码解释。使读者能快速地了解仿真技术的相关知识,提高应用仿真手段发现生产系统中各类问题的能力,并通过改进措施的实现,提高企业生产效益。

本书共 8 章,分别为:第 1 章:制造业生产系统设计;第 2 章:作业时间测定;第 3 章:Flexsim 实体库;第 4 章:Flexsim 脚本编程基础;第 5 章:Flexsim 仿真入门;第 6 章:Flexsim 应用技巧;第 7 章:汽车制造业仿真实例;第 8 章:Flexsim 常见问题解答。

本书的特点是实践性强,每个章节都配有大量的实际案例,通俗易懂,读者能在较短的时间内掌握基于 Flexsim 的生产系统仿真相关方法和技术,并在实际中灵活应用。

本书由湖北汽车工业学院李峰教授撰写,由于水平有限,疏漏之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

李 峰

2017 年 4 月 5 日

— 于湖北汽车工业学院

目 录

前言

第 1 章	制造业生产系统设计	1
1.1	生产系统设计的基本概念	1
1.2	生产物流系统设计	7
1.3	生产系统仿真	12
1.4	Flexsim 制造加工车间建模与仿真案例	27
第 2 章	作业时间测定	38
2.1	作业时间测定概述	38
2.2	作业测定的主要方法及其特点	40
2.3	作业测定的阶次	41
2.4	工时消耗分类和标准时间的构成	43
2.5	编制标准时间的程序	48
第 3 章	Flexsim 实体库	50
3.1	实体库简介	50
3.2	固定实体	55
3.3	任务执行器	67
3.4	其他离散实体	72
3.5	建模工具	90
3.6	触发器	101
3.7	任务序列	105
第 4 章	Flexsim 脚本编程基础	115
4.1	Flexsim 脚本规则	115
4.2	运动学脚本编程	124
第 5 章	Flexsim 仿真入门	131
5.1	简单仿真模型的建立	131
5.2	标签应用入门	134
5.3	全局表应用入门	138
5.4	全局表和标签综合应用(1)	142
5.5	全局表和标签综合应用入门(2)	144
5.6	触发器的原理及应用	148
5.7	Rack 触发器和 OnMessage 触发器应用	154
5.8	任务序列应用	160
5.9	运输机上电梯协同任务序列应用	162

5.10	运动学原理及应用	165
5.11	网络节点及应用	169
5.12	基本传送带及应用	176
5.13	统计信息的查看与显示	181
5.14	运输工具应用	184
5.15	GUI 原理及应用	192
第 6 章	Flexsim 应用技巧	206
6.1	如何实现不同的操作者针对同一任务操作时间不同?	206
6.2	如何让操作员控制起重机?	209
6.3	如何柔性实现不同产品在不同机床上的加工顺序?	211
6.4	用任务序列和操作者实现不同产品在不同机床上的加工顺序?	212
6.5	利用全局任务序列实现单元生产	216
6.6	自动分拣系统设计(利用 MergeSort2 类分拣输送带)	221
6.7	给打包了不同 BOX 的托盘任意卸下其中一个	223
6.8	生产计划如何导入	224
6.9	如何实现人推车装载货物	226
6.10	利用任务序列对货物进行分批搬运	228
6.11	生产数据记录	231
6.12	货车排队装卸货	232
6.13	在托盘上以自己的方式任意码垛	234
6.14	操作员在车间道路上行走相互避让	235
6.15	多人协同搬运货物	239
6.16	双向输送机	243
6.17	复杂任务序列下的机械加工单元化生产实现	246
6.18	利用子任务序列完成订单拣货搬运	251
6.19	旋转式货架	256
6.20	利用 OpenGL 技术绘制货架	260
6.21	分配器应用技巧	262
第 7 章	汽车制造业仿真实例	265
7.1	多产品单阶段制造系统仿真与分析	265
7.2	单品种流水线生产物流系统仿真与分析	279
7.3	混合流水线系统仿真与分析	299
7.4	多产品多阶段生产物流系统仿真与分析	310
7.5	仿真技术在车轮冲压生产线上的应用	331
7.6	东风有色铸件公司压铸车间物流仿真规划	337
7.7	东风泵业公司曲轴生产线仿真和优化	350
7.8	基于配送中心的利润分析	371
第 8 章	Flexsim 常见问题解答	381
参考文献		393

第1章 制造业生产系统设计

1.1 生产系统设计的基本概念

生产系统设计是一个庞大的离散事件系统的设计,一般将生产系统设计分为布局问题、物流最优化设计与搬运系统规划,分别进行研究。

布局问题是生产系统设计首先要解决的问题,布局一般按照工艺原则、产品原则或者成组原则进行布置,这主要由车间所生产的产品的种类、数量、特性等决定。

当车间布局确定以后,设备的位置基本固定,物料便按照工艺流程一步一步在设备之间进行传递。物流最优化原则是车间的总体物流量最小,尽量避免交叉回流的现象的产生。如果物流的最优化不能满足,或者交叉回流的现象经常发生,物流系统并不能使整个生产过程顺利完成,那么就必须反过来对车间的布局进行修改,直至物流顺畅为止。因此涉及物流路径设计。

搬运系统是车间物流的具体实现,物流系统的设计必须要符合搬运可行、方便、经济等原则。如采用叉车进行物料搬运时,叉车的最小转角必须要大于 75° 。因此,对物流路线设计时,必须要考虑搬运工具的实际性能。搬运路线尽可能直线设置,避免交叉、往返、混杂;搬运设备实现机械化、自动化、标准化,采用集装箱、托盘搬运方式来提高工作效率;减少等待和空载时间,提高搬运设备的利用率。物料搬运装卸过程要求可靠,尽可能减少搬运环节,简化作业流程在满足生产工艺的前提下选择合适的搬运设备和容器。

同时要注意的是,它们三者之间存在密切的联系,往往对单个系统研究之后获得的最佳方案再对这三个问题进行集成时,会导致所得的结果与现实差距很大。随着制造系统的日益复杂,这样的问题就会变得更加突出。因此,必须对车间布局、物流以及搬运系统之间的关系进行综合分析。

1.1.1 生产系统设计的定义

生产系统设计是在满足必要约束的前提下,将指定设备合理地摆放在指定布局空间中,从而达到某种最优指标的设计活动。对于制造企业的生产系统规划设计,应该包含下列含义:

- ①对于各种设施设备与人员的数量需求寻得一组最佳组合,以达到最恰当的生产组合。
- ②决定各种设备(包括生产设备、物料搬运设备、存取设备、辅助设备等)、物料及人员操作与活动所需的空间需求。
- ③分析各活动的关系,以求得各活动空间的相关位置。

④分析物料的接收、制造、储存、出货等整体过程,安排其流程、路径与时序,以期获得良好的物料搬运及人员流通成效。

⑤调整各活动位置与空间,以使人员、物料、机器等获得最有效经济的位置关系与操作方法。

⑥通过各项设施的妥善安排与规划,不仅减少对环境的负面影响,且能对长期的环境与组织发展有更积极的影响和效益。

1.1.2 生产系统设计的组成单元

生产系统设计的组成单元主要包括:生产车间、机器设备、物品物料、工作人员。生产车间是制造系统的基本组成部分,直接承担着企业的加工、装配任务,是将原材料转化为产品的部门。机器设备是企业进行生产的基本单元,合理的设备设计布局对均衡设备能力,保持物流平衡、降低生产成本起着至关重要的作用。规划设计时要对物料的形状特征、移动路线、移动方式、移动量等因素加以分析,避免物与物、物与人、物与设备之间的干涉碰撞。同时,生产系统需要给人员提供一个安全、可靠、健康、舒适的环境,最大限度地发挥人员的主导作用。

1.1.3 生产系统设计的影响因素

在开发生产系统设计的可行方案时要考虑以下重要因素:

- ①总体特征:行走总距离、制造区域可视性、布置的总体美学、易于未来扩展。
- ②物料搬运需求:采用新的物料搬运设备、对新设备的投资需求、空间和人员需求。
- ③集装单元应用:对在制品水平的影响、空间需求、对物料搬运设备的影响。
- ④存储策略:空间人员需求、对物料搬运设备的影响、人因工程方面的风险。
- ⑤总体建筑物的影响:不同方案的估算成本、新业务机会。

1.1.4 生产系统设计的目标

生产系统设计的目标是以工作效率为导向,主要是为了高效率地完成生产任务,它包括:

①使物料的运输成本最小。它要求运输路线尽可能短、尽量增大生产的连续性,减少装卸,防止物料被堵塞、延误。

②使空间、设备、人员等资源的利用率提高,有助于降低成本、增加利润。使系统具有尽可能大的应变能力,表现在扩展余地、高柔性等方面。

1.1.5 生产系统布局设计

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布局形式和位置。生产系统布局设计要解决各生产工步、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. 一般生产系统布局的类型

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。

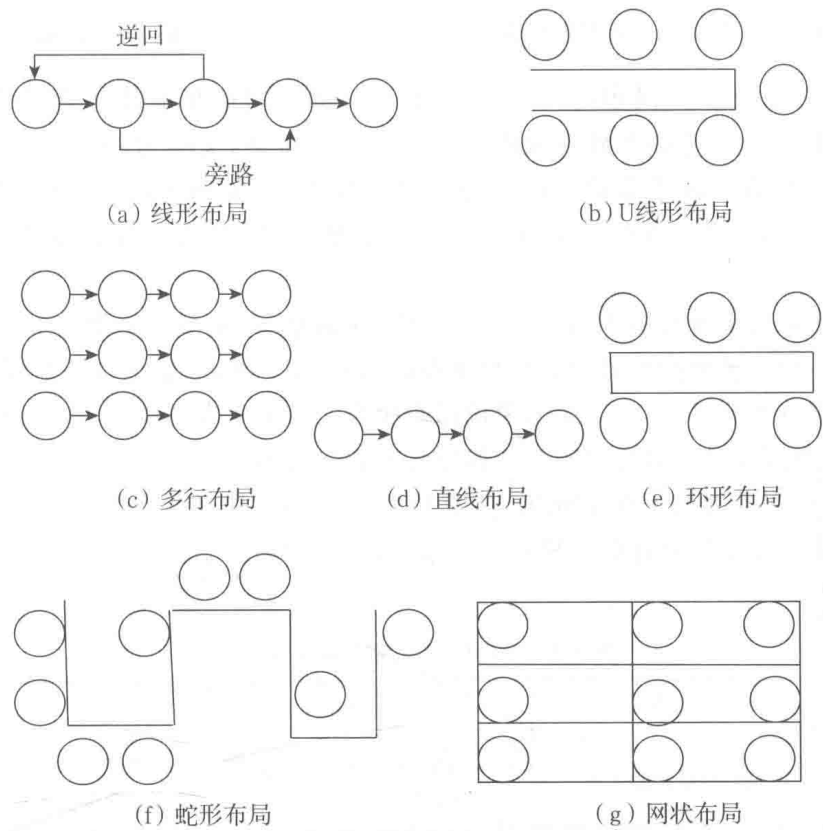


图 1-1 车间布局的基本类型

2. 基于设备位置关系的布局类型

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、固定位置布局和单元布局。如图 1-2 至图 1-5 所示,它们之间的对比如表 1-1 所示。

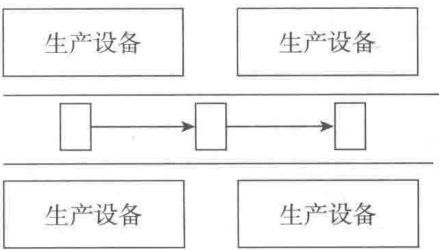


图 1-2 按加工对象布局

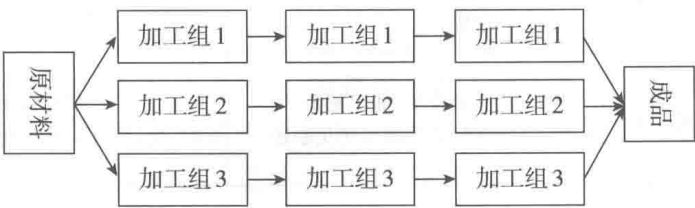


图 1-3 按混合工艺原则布局

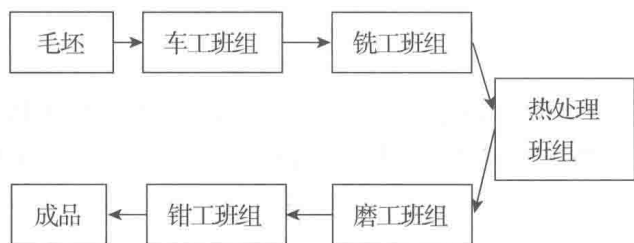


图 1-4 按工艺原则布置布局

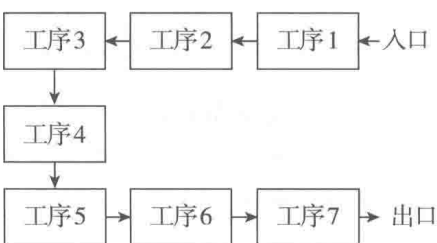


图 1-5 按单元布局

产品布局,又称为生产线布局,见图 1-2,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。工艺布局,又称为功能布局。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,见图 1-4。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。

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。和工艺布局相对应的是单元布局,如图 1-5 所示,单元布局是将车间内的设施划分成若干个制造单元,以单元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。

混合布局(见图 1-3)是指在车间内,并非只有单一的布局形式存在,而是存在产品布局、工艺布局和固定位置布局并存的一种布局形式。这种布局形式能发挥多种布局形式的优点,避免各自的缺点。

表 1-1 设备位置关系布局方式比较

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
固定位置布局	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;管理负担高
混合布局	对上述布局形式的扬长避短	产品柔性高,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

1.1.6 生产系统布局方法

1. 作业相关图法

根据企业各个部门之间的活动关系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(表 1-2),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(图 1-6)。

表 1-2 关系密切程度表

级别	代号	关系密切程度	评分
1	A	绝对必要	6
2	E	特别重要	5
3	I	重要	4
4	O	一般	3
5	U	不重要	2
6	X	不可接受	1

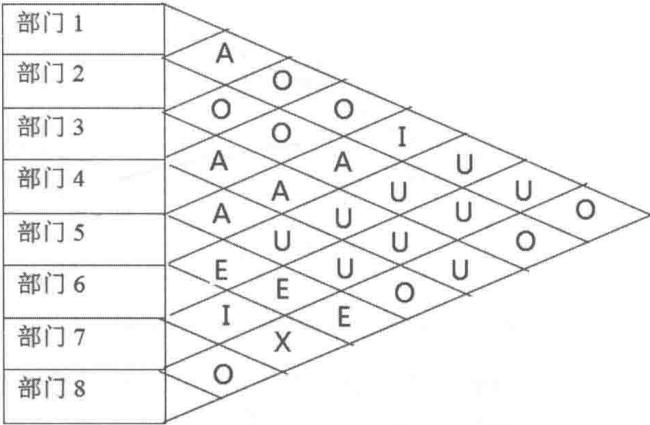


图 1-6 部门相关关系图

2. 从至表法

从至表是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,一机器加工车间有六台设备,已知其生产零件的品种和加工路线,并据此给出了零件在设备之间的每月移动次数(表 1-3)和单位距离运输成本(表 1-4),请用这些数据确定该车间的最佳布局方案。

表 1-3 设备之间月平均移动次数矩阵 单位:次

	锯床	磨床	冲床	钻床	车床	插床
锯床		167	368	11	8	130
磨床	166		35	165	51	5
冲床	350	54		65	6	10
钻床	6	381	32		21	38
车床	76	21	50	255		20
插床	42	25	33	74	250	

表 1-4 单位距离运输成本矩阵 单位:元

	锯床	磨床	冲床	钻床	车床	插床
锯床		0.12	0.12	0.13	0.11	0.13
磨床	0.15		0.12	0.11	0.11	0.11
冲床	0.12	0.12		0.11	0.11	0.12
钻床	0.15	0.12	0.12		0.11	0.12
车床	0.13	0.15	0.13	0.12		0.11
插床	0.13	0.13	0.13	0.11	0.11	

首先,我们将运输次数矩阵与单位距离运输成本矩阵的相同位置的数据相乘,得到从一台机器到另一台机器的每月运输成本(表 1-5)。如: $166 \times 0.15 = 24.9$; $167 \times 0.12 = 20$; $368 \times 0.12 = 44.2$ 。

表 1-5 单位距离每月运输成本 单位:元

	锯床	磨床	冲床	钻床	车床	插床
锯床		20	44.2	1.4	0.9	16.9
磨床	24.9		4.2	18.2	5.6	0.6
冲床	42	6.5		7.2	0.7	1.2
钻床	0.9	45.7	3.8		2.3	4.6
车床	9.9	3.2	6.5	30.6		2.2
插床	5.5	3.3	4.3	8.1	27.5	

其次,按对角线将对应的成本数额增加,得到两台机器之间的每月总运输成本(表 1-6),如: $20+24.9=44.9$; $42+44.2=86.2$ 。

表 1-6 单位距离每月总运输成本 单位:元

	锯床	磨床	冲床	钻床	车床	插床
锯床		44.9③	86.2①	2.3	10.8	22.4
磨床			10.7	63.9②	8.8	3.8
冲床				11	7.2	5.5
钻床					32.9④	12.7
车床						29.7⑤
插床						

最后,根据总运输成本的大小降序排列,确定机器(或部门)之间的紧密相邻的程度系数。根据系数确定各机器的布局。

由此,根据表 1-6 中的①②③④⑤的顺序,我们应将锯床与冲床相邻,磨床与钻床相邻,锯床与磨床相邻,钻床与车床相邻,车床与插床相邻,最后结果如图 1-7 所示。当然,在实际布局规划中,分析得出的结果还需要结合流程性布局做适当的调整。

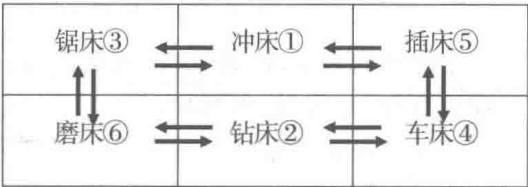


图 1-7 From-To 矩阵分析结果

1.2 生产物流系统设计

1.2.1 物流系统概述

1. 物流系统的相关定义

物流系统指在一定的时间和空间里,由所需运转的物流原材料、零部件、半成品、产品等相关设施(包装设备、搬运和装卸机械、运输工具、仓储设施等)、人员和信息等若干相互依赖与制约的要素所构成的具有特定功能的有机整体和动态过程。系统性、集成性、开放性和过程连续性是物流系统的突出特点。

工厂的物流(生产物流)是指从原材料和毛坯进厂,经过储存、加工、装配、检验、包装,直至成品和废料出厂,在仓库、车间、工序之间流转、移动和储存的全过程。物流贯穿生产的全过程,是生产的基本活动之一。物料在流动过程中不增加物料的使用价值,也不改变物料的性质。

物流是资金的流动,库存是资金的积压。因此,物流系统的改进有助于减少生产成本,提高产品质量,压缩库存,加快资金周转,提高综合经济效益。

在制造业中,单件小批量生产的企业约占 75%,而在众多的中小型企业生产过程中,从原材料入厂,经过冷热加工、装配、检验、油漆包装等各个生产环节,到成品出厂,按国内的统计,机床作业仅占 5%左右,95%左右的时间都处于等待或搬运状态。

据统计,在总经营费用中 20%~50%是物料搬运费用,物流设计的合理化可使这项费用

至少减少 10%~30%，被认为是企业利润的一大源泉，是这些年备受重视的一个方向。

德国波鸿鲁尔大学的马斯贝尔格教授在对斯图曼和库茨的企业生产周期进行调研分析后得出了如下结论：在生产周期中，工件有 85% 的时间处于等待状态，另外 5% 的时间用于运输和检测，只有 10% 的时间用于加工和调整；在一般情况下，改进加工过程最多再缩短生产周期的 3%~5%。

由此可见，提高机床的自动化程度，提高机床的加工效率，对缩短生产周期是很有限的。而更为显著的是向非机床作业（占 95%）或者工件处于等待的时间（占 85%）去要效益，也就是向生产组织和管理要效益。

就目前我国具体情况来看，现有企业物流不合理的现象普遍存在，如搬运路线迂回、往返，搬运机具落后，毛坯和在制品库存量大，资金周转率低。合理进行物流系统的设计可以在不增加或少增加投资的条件下，取得明显的技术、经济效益。

2. 物流系统的功能

①原材料和毛坯、外购件、在制品、产品、工艺装备的储存及搬运，尽可能实现自动化。做到存放有序，存入、取出容易；

②加工设备及辅助设备的上下料尽可能实现自动化，以提高劳动生产率；

③工序间中间工位和缓冲工作站的在制品储存；

④各加工工位间工件的搬运应尽可能及时而迅速，减少工件在工序间的无效等待时间；

⑤各类物料流装置的调度及控制，物料的运输方式和路径能够变化与进行优化；

⑥物料流的监测、判别等监控。

3. 物流系统应满足的要求

①物流系统应具有良好的管理系统。在运行中应可靠地、无损伤地、快速地实现物料流动，为此应有宽敞、方便、快捷、可靠的运输通道和运输设备。

②物流系统应具有一定的柔性。应具有可变性和可重组性，以适应多品种、小批量生产；不因产品更新而报废原来的物流系统，可稍作调整或部分补充即可迅速地重组成新的物流系统；不因某些设备因故停机而使生产中断，物料流动路线可灵活地进行变动，使生产继续下去。

③在每台设备上，停机装卸工件的辅助时间应尽可能短，工序间的流动路线尽可能短，保证物流的高效，也节省物流系统建设的投资。

④尽可能减少在制品积压，为此应加快物流系统的流动速度，加强库存管理和生产计划管理，朝“零库存生产”的目标努力。

⑤毛坯、在制品、产品的自动储存量，能保证三班制时无人或少人运行时的需要，或能保证易损坏设备快速排除故障时间内生产还能继续进行。

1.2.2 物流系统设计

1. 物流系统设计的概念

物流系统设计是把物流全过程所涉及的装备、器具、设施、路线及其布置作为一个系统，运

用现代科学技术和方法,进行设计和管理,达到物流系统合理化的综合优化过程。如各种生产设施配置合理,减少物流的迂回、交叉、往返等无效搬运;减少库存和在制品,缩短物料的停滞等待时间;选用适当的装卸搬运方式和机具;厂内外运输近便、协调、有机衔接等。物流系统设计离不开装备、器具和设施的平面布置。有效的物流规划是合理进行平面布置的基础,也是平面布置的结果。

物流系统设计内容包括:物流路线、物料流动的起点和终点的具体位置,及它们之间的距离、物流量、每次搬运的件数、批量大小、频繁性、稳定性、缓急要求等;搬运路线倾斜、曲折、拐弯情况,拥挤程度和路面质量;仓储设施的布置等。

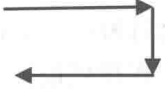
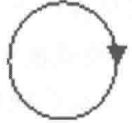
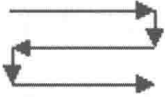
物流系统布置方案可用立体图或平面图的形式表示,布置方案最好拟定 2~3 个,以便通过比较从中选择较好的方案。

2. 物流路径设计

物料流动形式,即物流路径受到工艺流程、生产线长度、通道设置、物料传输方式与设备、储存要求及发展需要等因素的影响。

无论是工厂的总平面布局、车间布局,或者制造单元布局,都要考虑物料流、信息流和人员流的流动形式。出入口位置是制造系统选择物料流动形式时所考虑的重要因素。因建筑物结构的缘故,出入口通常固定在现有或特定的位置上,使车间内物料流动顺应这些限制来规划其流动形式。此外,物料流动形式还受到工艺流程、生产线长度、通道的设置、物料传输方式与设备、储存要求及发展需要等因素的影响。物料的基本流动形式有 6 种:直线形、L 形、U 形、环形、S 形和 W 形(表 1-7)。

表 1-7 物料常见的基本流动形式

类型	描述	图示
直线形	直线形是最简单的物料流动形式,入口与出口位置相反,适合工艺流程短且比较简单,或者只有少量零部件和少数生产设备的情况	
L 形	L 形适合用于现有设备或建筑物不允许直线形物料流动的情形,设施布局与直线形相似,入口与出口分别位于建筑物的两个相邻侧面	
U 形	U 形适用于入口和出口在建筑物的同一侧,生产线比实际可安排的距离长,其长度基本等于建筑物长度的两倍,外形近似于长方形	
环形	环形适用于要求物料返回到起点的情况,出入口紧邻或在同一位置	
S 形和 W 形	这两种物料流动形式适用于生产线比实际可安排的距离长,在较小面积内可安排较长生产线的情况	

依据物流路径形式,设施布局主要有单行布局、多行布局和环形布局三种(见图 1-8)。

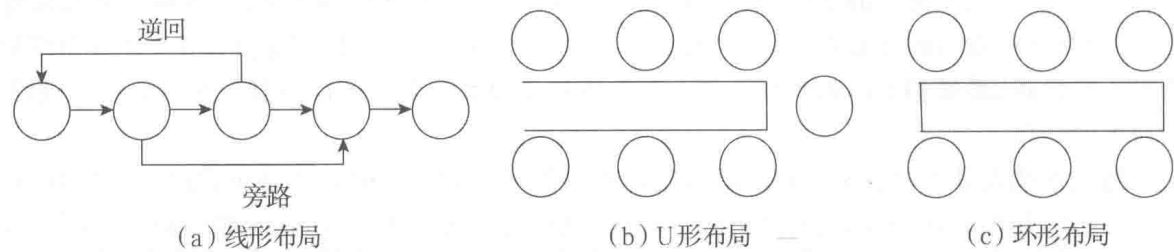


图 1-8 单行布局

单行布局又可以分为线形单行、U 形单行和半圆形单行三种。为了获得较低的物料传输费用、较短的物料传输时间、生产线中一般不存在物流逆回、生产中断较少、加工过程控制简单及能够应用传输小车等优点,单行布局要求设施按照工艺流程的顺序紧密布置。然而,当单行布局中各类零件的加工顺序并不总是单向时,上述优点将会有所减弱,单行布局就会受到限制。因此,当多种零件的加工顺序不同,且零件不是沿单一方向传输时,单行布局的效率将大大降低。单行布局多用于柔性制造系统。柔性制造系统中多采用自动引导小车传输物料,由于单行布局能充分发挥自动引导小车的功能,使其高效工作,因此带有自动引导小车的柔性制造系统通常选用单行布局。

多行布局(见图 1-9)通常是线性的,不同行的设施之间存在物料传输,允许物料传输路径的交叉。多行布局可视为车间布局的一种,多适用于柔性制造系统。当布局中的行数为 2 且行之间不存在物料传输时,此类布局形式不属于多行布局,而是两个单行布局由于某种原因,如共享物料传输设备等,相邻布置而成,可按单行布局分别进行研究。

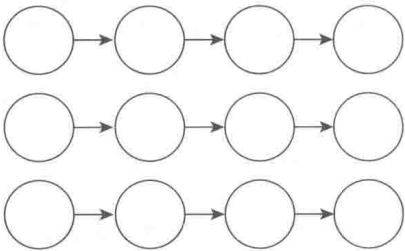


图 1-9 多行布局

当出入口的位置在一处时通常采用环形布局,环形布局比较适合通用设备比较多,物流路线比较复杂的生产布局,物料传输的柔性比较大。

1.2.3 物料搬运系统设计

物料搬运是对物料进行搬上、卸下、移动的活动。据统计,搬运费用占总生产费用的 30%~40%。在现代制造业中,物料搬运的影响和复杂性与日俱增。物料搬运所涉及的系统、方法和技术,都是在生产系统设计中研究的重要问题。从现代意义上看,物料搬运更适合于将其视作设施内部物流的组成部分。作为物流的重要组成部分,物料搬运是“用正确的方法,以正确的成本,按正确的顺序,在正确的时间,将正确的物料的正确数量,运送到正确的地点”。这里指的物料不仅包括生产所需物料,也包括辅助装备和工具(例如刀具、模具、夹具等)。

1. 物料搬运系统基本概念

物料搬运系统是指将一系列的相关设备或装置,用于一个过程或系统中,协调合理地将物料进行移动、储存、保护和控制。