

数字化 制造系统布局与 优化技术

王红军 著

SHUZHUA
ZHIZAO XITONG BUJU YU
YOUHUA JISHU

013024291

TH164
20

数字化制造系统布局与优化技术

王红军 著



中国财富出版社



北航

C1630370

TH164

20

182550310

图书在版编目 (CIP) 数据

数字化制造系统布局与优化技术 / 王红军著. —北京: 中国财富出版社, 2012. 12

ISBN 978 - 7 - 5047 - 4581 - 1

I. ①数… II. ①王… III. ①数字技术—应用—自动制造系统—研究 IV. ①TH164

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 303550 号

策划编辑 王宏琴

责任编辑 赵 静

责任印制 方朋远

责任校对 杨小静

出版发行 中国财富出版社 (原中国物资出版社)

社 址 北京市丰台区南四环西路 188 号 5 区 20 楼

电 话 010 - 52227568 (发行部)

010 - 68589540 (读者服务部)

网 址 [http: //www. clph. cn](http://www.clph.cn)

经 销 新华书店

印 刷 中国农业出版社印刷厂

书 号 ISBN 978 - 7 - 5047 - 4581 - 1/TH · 0002

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 14

字 数 290 千字

邮政编码 100070

010 - 52227588 转 307 (总编室)

010 - 52227588 转 305 (质检部)

版 次 2012 年 12 月第 1 版

印 次 2012 年 12 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元

版权所有 · 侵权必究 · 印装差错 · 负责调换

前 言

制造业是我国国民经济的支柱产业。生产系统仿真和生产过程优化是先进制造领域的研究热点之一。数字化制造作为一种先进的制造技术，是制造企业逐步实现数字化、信息化的必然趋势。国内外的高端制造业均将数字化制造技术作为企业未来的发展战略，并得到高度重视。数字化制造提供虚拟的环境来创建制造流程，在实际产品投产之前，可以重用现有知识对产品的加工流程、设施布置等进行优化，提高企业生产效率，降低生产成本。随着汽车行业竞争的加剧，仿真优化技术作为数字化制造的核心领域之一，是实现传统制造向可预测制造、科学制造转变的关键技术，仿真技术为生产的合理进行、成本的降低提供了有力的手段。生产系统的仿真技术在国内外受到广泛的重视和研究。

本书着重阐述了数字化制造系统的布局与优化技术，并详尽介绍了基于 FactoryCAD 数字化制造系统的布局、优化方法及其工程实例。

第 1 章绪论，回顾了数字化制造系统布局的研究现状，分析了数字化制造系统布局仿真的作用，介绍了数字化制造系统布局仿真工具 E - FactoryCAD 的特点，阐述了数字化制造系统布局建模与仿真的意义。

第 2 章 E - FactoryCAD 系统基础，全面介绍 E - FactoryCAD 系统，包括 E - FactoryCAD 的基本设置、系统的要求以及安装，详细介绍 FactoryCAD 的基本功能、操作界面、常用模块等内容。

第 3 章制造系统的数字化车间布局，论述了车间布局的基本概念和理论，包括制造系统车间布局的基本概念、车间布局的流程、车间布局常用对象的创建方法。最后给出了某车间加工生产线布局实例。

第 4 章数字化制造系统布局的物流分析，深入阐述了车间布局物流分析的基本概念方法、车间布局的物流系统分析流程和车间布局的物流分析技术。

第 5 章制造系统布局优化仿真分析与评价，研究了制造系统布局规划仿真的基本流程，论述了制造系统布局规划仿真建模的依据和仿真建模的步骤，阐述了基于仿真的制造系统布局优化的评价标准与方法。最后针对某汽车零部件生产，给出了基于仿真的某车间布局方案优化应用案例分析等。



本书从构思到撰写成稿前后历时5年多，有些内容是作者近期相关课题研究的内容，有些是讲授系统时使用的例子。本书由北京信息科技大学王红军负责全书架构和统稿，并撰写第2、3、4、5章，王宏峰撰写第1章，万鹏完成部分工程实例的构建。本书由杨庆东教授担任主审。

本书的出版得到了北京市教育委员会科技计划重点项目、北京市自然科学基金重点项目（KZ201211232039），北京市科技计划（D09010400700901，D121100004112001），北京市属高等学校人才强教计划（PXM2010-014224-095241），北京市属高等学校人才强教深化计划资助项目（PHR201106132）和现代测控技术教育部重点实验室（北京信息科技大学）的支持，感谢课题组徐小力教授、韩秋实教授、张怀存副教授等在科研工作中对作者的鼓励和帮助！本书参考了大量文献，再次向该领域的各位专家表示感谢！在此也对学术界前辈和同人们对我们工作多方面的鼓励和帮助表示诚挚谢意！

数字化制造系统布局与优化技术是一门处于发展中的学科，由于作者水平和学识有限，加之时间仓促，书中难免存在不足和错误之处，请各位读者朋友批评指正！

王红军

2012年10月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 数字化制造系统布局的研究现状	1
1.1.1 数字化制造系统生产车间规划的研究现状	1
1.1.2 数字化制造系统生产线规划的研究现状	4
1.1.3 数字化制造系统规划的研究现状	4
1.2 数字化制造系统布局与优化	5
1.2.1 制造系统布局的实体	5
1.2.2 制造系统车间布局的目标	6
1.2.3 车间布局的要素	7
1.2.4 数字化制造系统布局仿真的作用	7
1.2.5 数字化制造系统布局仿真工具 E-FactoryCAD	8
1.2.6 数字化制造系统布局建模与仿真的意义	11
第 2 章 E-FactoryCAD 系统基础	12
2.1 E-FactoryCAD 系统的安装	12
2.1.1 操作系统	12
2.1.2 硬件环境	12
2.1.3 软件安装方法	13
2.2 E-Factory 系统操作界面	20
2.2.1 主窗口	22
2.2.2 CAD 操作	27
2.3 E-Factory 系统常用模块	36
2.3.1 工业模块	36
2.3.2 建筑模块	39
2.3.3 物料搬运模块	40

2.3.4 传送带模块	42
2.3.5 机器人模块	43

第3章 制造系统的数字化车间布局

3.1 制造系统车间布局基本概念	45
3.1.1 制造系统工厂车间的组成	45
3.1.2 制造系统车间布局的定义及其重要性	45
3.1.3 制造系统车间布局的设计原则	46
3.1.4 制造系统车间加工设备常用布局	47
3.2 制造系统车间布局的操作流程	50
3.2.1 加工设备的选择	50
3.2.2 加工设备布局设计	52
3.2.3 设计评价	55
3.3 制造系统常用对象的创建	55
3.3.1 建筑对象的创建	55
3.3.2 工业对象的创建	72
3.3.3 传送设备对象的创建	114
3.3.4 模块库运用	122
3.3.5 模型的可视化	125
3.4 某制造系统车间加工生产线布局实例	130

第4章 数字化制造系统布局的物流分析

4.1 数字化制造系统物流分析的基本概念	146
4.1.1 物流分析的概述	146
4.1.2 物料搬运系统	147
4.1.3 物流分析的技术工具	149
4.2 数字化制造系统车间布局的物流系统分析操作流程	153
4.3 数字化制造系统的物流分析	154
4.3.1 建立模型	154
4.3.2 物流分析	164

第5章 制造系统布局优化仿真分析与评价

5.1 概述	169
--------------	-----

5.1.1 制造系统布局规划仿真的基本流程	169
5.1.2 制造系统布局规划仿真建模的依据	170
5.1.3 制造系统布局规划仿真建模的步骤	170
5.2 基于仿真的制造系统布局优化的评价标准与方法	175
5.2.1 制造系统设施布局优化的评价指标	175
5.2.2 制造系统设施布局规划的评价方法	178
5.3 某汽车零部件数字化生产线仿真分析实例	179
5.3.1 问题描述	179
5.3.2 基于仿真的某车间布局方案优化分析	182
参考文献	209

第 1 章 绪 论

1.1 数字化制造系统布局的研究现状

20 世纪 80 年代,随着柔性制造技术的成熟,柔性制造得到了迅速发展,其主要应用于飞机、汽车制造业等。切削和控制技术是柔性制造的一个重要方面,随着各种材料和涂层技术的发展,刀具的切削速度有了极大的提高,提高了加工效率、加工质量和刀具耐用度。切削技术和控制技术的发展,使各种机械加工设备取得了很大的进步。目前国内有些机床企业已具备为用户提供柔性制造解决方案的能力,个别企业的柔性化设计生产水平与发达国家的水平接近。这可从与国外知名企业(如本田、丰田、康明斯等)在国内的合资公司可提供的柔性生产设备中得到印证。

在传统的机械加工业中一般采用由组合机床和专用机床组成的自动生产线或流水生产线,以满足生产效率和产品质量的要求。自动生产线或流水生产线所加工的零件品种单一,若改变加工品种需要对生产线进行改造,对企业发展不利;若生产线中有一台出现故障,将造成全线停产,对组织生产不利;为了提高生产率,保证生产节拍,在工艺设计时不得不采用工序离散的方法,对保证加工质量不利,因此国内的机械加工制造业的车间布局一般采用离散式布局,但若产品品种发生变化,产品的质量就很难得到保证,目前的相关文献多是对装配线的车间布局模型的研究,而对机械加工车间的布局模式鲜有研究。

1.1.1 数字化制造系统生产车间规划的研究现状

设施规划是一个复杂的多目标优化问题,目前对设施规划没有统一的定义,但在制造业中都把设施规划定义为对一个生产系统进行全面的、系统的规划和安排,这种规划和安排的目的是确定经济合理的投入,使设施得到优化的配置,以支持整个系统实现有效的运行,获得期望的产出。从工业工程的角度,设施规划的范围被界定为厂址的选择和设施设计两个部分。

在制造业中,设施设计又包含了车间设备布局设计和物料搬运系统设计两个相关

联的内容。设备布局设计是对机器、设备、运输通道、场地，按照物流、人流、信息流的合理需要，做出有机组合和合理安排；物料搬运系统设计则是对物料搬运的路线、运量、搬运方法和设备、储存场地等做出合理安排。

1. 车间设备布局的一般原则

(1) 要按车间分工确定的车间生产纲领和生产类型为依据，确定车间的生产组织形式和设备布局形式。

(2) 要求工艺流程通顺，物料搬运短捷方便，避免往返交叉。

(3) 要根据工艺流程选择适当的建筑形式，采用适当的高度、跨度、柱距，配备适当等级的起重运输设备，充分利用建筑物的空间。

(4) 要对车间的所有组成部分，包括机器、工作位置、毛坯与零件存放地、检验试验用地、辅助部门、通道、公用管线、办公室、生活卫生设施等，合理区划和协调配置。

(5) 为工人创造安全、舒适的工作环境，使采光、照明、通风、采暖、防尘、防噪声等具有良好的条件，将工位器具设在合适的部位，便于工人完成作业。

(6) 具备适当生产变化的柔性。

2. 物料搬运系统设计的一般原则

(1) 减少环节，简化作业流程，实现物流合理化。物料搬运不仅不增加货物的价值和实用价值，相反还会产生附加成本和增加货物的破损可能性，因此作业环节越少越好，尽可能避免重复搬运。同时要注意工步间、工序间的衔接，做到作业的连续性，作业路径尽量缩短，避免迂回和交叉运行，按生产工艺流程组织作业。

(2) 以满足生产工艺的需要为前提，充分发挥机械设备的利用率。物料搬运机械设备的选用和配备，在满足生产工艺需要的前提下，要考虑各种设备的充分利用，以安排得当为要。

(3) 贯彻系统化，标准化的原则。物料搬运本身是一个系统，因此搬运作业与物流的其他环节之间，搬运作业与生产工艺各工序、工步之间要协调，才能做到物流合理，提高生产效益。搬运的工艺、装备、设施、货物的单元、运载工具、存储装置，信息流各种形式，组织管理方式乃至标志，用语等都应当标准化、系列化、通用化，这是实现物流搬运作业现代化的前提。

(4) 步步活化，省力节能。在搬运过程中，下一步比前一步更便于作业时称为“活化”；物料搬运的工序、工步应设计得使物料的活性指数提高（至少不降低），叫做步步活化。还应采取节省劳力和降低能耗的措施。

3. 车间物流规划

生产物流一般是指：原材料、燃料、外购件投入生产后，经过下料、配发，运送

到各加工点和储存点,以在制品的形式,从一个加工中心(仓库)流入另一个加工中心,按照规定的工艺路线进行加工、储存,并借助一定的运输装置,在某个点内流转,又从某个点内流出,始终体现着物料实物形态的流转过程。企业生产物流的边界起源于原材料、外购件的投入,止于成品仓库,贯穿生产全过程,在整个制造系统中循环流动。物料随着时间进程不断改变自己的实物形态和场所位置,物料始终处于加工、装配、储存、搬运或等待状态。生产物流就是担负运输、储存、装卸物料等任务。随着生产制造过程的自动化、柔性化程度越来越高,生产规模越来越大,生产物流系统也需要不断地发展变化。

物流规划的主要功能是:

(1) 优化物流路径。在外部和内部物流分析后找到运输零部件的最佳物流路径,各仓库在什么位置才能为各个储藏库和缓存区提供零部件达到最佳效果。

(2) 优化储存量的控制。分析出安全储存量可以避免储藏库和缓存区的库存短缺和资源浪费,达到最佳的库存控制水平。

(3) 优化资源的分配。制造系统中应需要多少运输器具来进行生产中的物流运输,在运输中零部件应如何搭配才能最佳地提供给各个储藏区和缓存区。

(4) 优化生产次序的控制。工业工程师通过仿真提供给工人的生产次序可以避免出现一些问题,如零部件供应不上和堵塞等情况。

4. 车间人员规划

人机工程学是综合各门有关人的科学成果的基础上研究人的劳动活动的科学。人机工程学强调人与机器的协调以提高人的劳动效率、安全保障水平、机器的使用效率为重点,来研究人与机器的关系。

人是主体,机器是客体,机器是人设计制造的,是人的工具,为人服务,起主要作用的永远是人,同时人具有一定的生理、心理和社会特征,并由此影响其从事工作的能力和形成一定的局限性。因此,在人与机器特征机能分析比较时,就应研究人的能力和局限性差别,从而找出大多数人所共有的特征,以求得具有普遍指导意义和使用价值的依据。

车间人员规划是人员的分配问题,即人与机器的关系。随着机器设备自动化水平的提高,人逐渐从繁重的劳动中解放出来,如果一人一台设备就会造成人力资源的浪费,因此一人多机是人机工程领域的一个重要课题。设备的自动化水平越高,人的工作时间也越短,但对人素质的要求也越高。如何实现一人多机,同时使人的效率最高,只有合理的布置,对人与机器进行合理的分工,取长补短,发挥各自优势,相互配合,才能提高生产效率。

1.1.2 数字化制造系统生产线规划的研究现状

设施的布局设计已不是新问题,即使在原始的小作坊里,工匠们也要根据工序流程和物件移动的需要来合理布置他们的工作间。随着生产复杂性和生产规模的日益增强和扩大,各种布局方案应运而生,如工程布局,功能布局,作业线布局等方案。Muther 提出了系统布置方案 SLP (Systematic Layout Planning)。由于设备布局设计问题的复杂性及其实用性,从 20 世纪 60 年代开始,有学者着手研究计算机辅助设计问题。随后产生了一系列计算机辅助布局设计和分析的商用软件包,如 CORELAP、PLANET、SHAPE、CRAFT 等,它们在布局设计建模、布局求解算法及系统交互式等方面做出了卓有成效的工作。Kusiak 和 Melle 等人对制造设备布局问题进行了全面的回顾并着重研究了柔性制造系统 (FMS) 环境下的布局设计。Badirua 和 Arif 开发了一个设备专家布局系统,并在其中采用模糊逻辑方法来实现关系代码,以反映未来生产设备需求的不精确性。Montreuil 提出了基于人工智能、优化、仿真和 CAD 于一体的集成的布局方案,在此基础上,进一步对基于物流的布局问题提出了并行布置和网络布置的设计方法。

1.1.3 数字化制造系统规划的研究现状

1. 柔性生产的类型

(1) 柔性制造单元 (FMC),是在制造单元的基础上发展起来的具有柔性制造系统部分特点的一种单元。通常由 1~3 台具有零件缓冲区、刀具换刀及托板自动更换装置的数控机床或加工中心与工件储存、运输装置组成,具有适应加工多品种产品的灵活性和柔性,可以作为 FMS 的基本单元,也可将其视为一个规模最小的 FMS,是 FMS 向廉价化及小型化方向发展的产物。

(2) 柔性自动生产线,是把多台可以调整的机床(多为专用机床)连接起来,配以动力运送装置组成的生产线。该生产线可以加工批量较大的不同规格零件。柔性程度低的柔性自动生产线在性能上接近大批量生产用的自动生产线;柔性程度高的柔性自动生产线接近于小批量、多品种生产用的柔性制造系统。

(3) 柔性制造工厂 (FMF),是将多条 FMS 连接起来,配以自动化立体仓库,用计算机系统联系,采用从订货、设计、加工、装配、检验、运送至发货的完整 FMS。它包括了作业柔性,并使用计算机集成制造系统,实现生产系统柔性化自动化。

2. 柔性生产的研究现状

先进的制造系统必须具备敏捷性,以响应市场的快速变化,这对系统的设计提出

了更高的要求,制造系统必须具有柔性、可重组性和经济性。Doulneingts 提出了柔性制造系统设计的一般性方法,并将设计方法划分为分析阶段与设计阶段,分析阶段需要分析加工工艺、控制系统以及 FMS 总体方案制定;设计阶段使用智能设计系统解决设计问题。Spanolss 总结了 FMS 的设计技术,指出 FMS 的设计需要阶段性评价以及对应的开发工具。高举红等针对生产汽车发动机等关键箱体类零件柔性生产线,以基于功能的设计方法,用面向对象技术对产品中各对象实例进行规范设计,用并行设计思想实施应用系统与底层支撑平台分离的独立开发策略,以统一产品数据模型,实现系统集成。

1.2 数字化制造系统布局与优化

制造系统布局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。对于制造企业的车间布局规划,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结构。

(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。

1.2.1 制造系统布局的实体

1. 厂房(车间)

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。所谓车间布置就是按照一定的原则,合理地确定车间内部各组成单位(工段、班组)及工作地,设备之间的相互位置,从而使它们成为一个有机整体,实现车间的具体功能和任务。车间布置一般包括:基本生产部分、辅助生产部分、仓库部分、过道部分、车间管理部分、生活福利部分等。

2. 机器设备

设备是企业进行生产的基本单元,合理的设备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。研究表明:大约 20% ~ 50% 的加工费用用于物料运输,而合理的设备布局至少能节约 10% ~ 30% 的物料运输费用。

设备布局是指按照一定的原则,在设备和车间内部空间面积的约束下,对车间内各组成单元、工作地以及生产设备进行合理的布置,使它们之间的生产配合关系最优,物料运送代价最小。制造系统的布局设计方法可分为两类:图论法和定量分析法。

图论法是基于对输入数据及对生产活动的作用及其关系的理解,进行材料流及活动关系分析,形成空间关系图。然后再根据实际可用的面积作出几种布局方案,进行评价择优。定量分析法中基本的目标函数是车间内零部件物流量与运输距离的乘积最小,以减少物流搬运用费。

3. 物品物料

对于生产企业来说,物品物料是车间规划中必须要考虑的重要部分。在生产系统中,规划布局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。在生产车间中,只有做到物流畅通,才能保证生产的顺利进行。

4. 工作人员

工作人员是生产活动中起主导作用的一环。现代自动化生产系统是由人和设备构成,人是管理者和控制者。在生产系统中人和机器必须能够充分发挥各自作用,就需要给人员提供一个安全、可靠、健康、舒适的环境,最大限度发挥人员的主导作用。

1.2.2 制造系统车间布局的目标

车间布局的目标一般分为两大类,一类是以提高工作效率为导向的,另一类是以鼓舞士气为导向的。

1. 以提高工作效率为导向的目标

该目标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。

(3) 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。

2. 以鼓舞士气为导向的目标

该目标主要是通过激发生产人员士气来实现组织的目标,同时使生产者在工作中有更加良好的心理感受,它包括:

(1) 增强生产安全性: 包括采取各种安全措施, 防火、防潮、防止工伤事故, 也包括增进职工职业健康的各类措施, 防噪、防震及有害气体、污染物的处理等。

(2) 减少工作的单调感: 包括建立趣味盎然的班组园地以及干净整洁的休息区, 以赋予工人更多、更广泛的任务和自主性, 加深工作中的独立性、责任性的心理体验。

1.2.3 车间布局的要素

做好布置设计, 要考虑众多因素。影响布局设计的最基本要素是产品、数量、生产路线、辅助服务部门、时间。这五项基本要素是设施其他特征或条件的基础, 是设施布置必不可少的基础材料。为了便于记忆, 相应地用5个英文字母来表示: P (Product)、Q (Quantity)、R (Route)、S (Supporting service)、T (Time)。

(1) P (产品), 指规划设计系统所产生的产品、原材料、加工的零件、成品或提供服务的项目。这些资料由生产纲领 (工厂的和车间的) 和产品设计提供, 包括项目、种类、型号、零件号、材料等。产品的这一要素影响着设施的组成及其相互关系、设备的类型、物料搬运的方式等。

(2) Q (数量), 指所生产、供应或使用的商品量或服务的工作量。其资料由生产统计和产品设计提供, 用数量、重量、体积或销售的价值表示。数量这一要素影响着设施规模、设备数量、运输量、建筑物面积等因素。

(3) R (生产路线), 这一要素是工艺过程设计的结果, 可用设备表、工艺路线卡、工艺过程图等表示。它影响着个作业单位之间的关系、物料搬运路线、仓库及堆放地的位置等。

(4) S (辅助服务部门), 指公用、辅助、服务部门。包括工具、维修、动力、收货、发运、铁路专用线、办公室、卫生站、更衣室、食堂、厕所等, 由有关专业设计人员提供。这些部门是生产的支持系统, 在某种意义上加强了生产能力。有时候, 辅助服务部门的总面积可能大于生产部门所占的面积, 必须给予足够重视。

(5) T (时间), 指在什么时候、用多长时间生产出产品, 包括各工序的操作时间、更换批量的次数。在工艺过程设计中, 根据时间因素可以求出设备的数量、需要的面积和人员, 并平衡各工序的生产能力。

要完成布置设计, 还必须在掌握5项基本要素的基础上, 收集和分析其他有关因素, 包括城市规划、外部协作条件、交通运输条件、地质水文条件、自然条件以及职业安全和卫生、消防、环境保护、建筑、道路、通道等方面的技术规范、规程和标准等。

1.2.4 数字化制造系统布局仿真的作用

仿真是利用计算机来分析任何现实世界中的系统行为, 仿真包括对一个过程或系

统的建模。仿真可以通过实际地跟踪系统部件和相互作用,来预测一个复杂的制造或服务系统的行为。由于柔性生产车间的复杂性,仅仅依靠理论模型难以反映实际情况,为了更好验证该理论的正确性,运用先进的仿真技术,建立仿真模型,并对理论结果进行仿真分析,从而为生产车间的规划决策提供技术支持。

1.2.5 数字化制造系统布局仿真工具 E-FactoryCAD

制造企业应最大限度地提高直接劳动力的生产效率,包括生产线上的机器、工装和夹具,以及工作站和生产流程中的工作人员。就像产品设计需要参数化一样,工厂布局设计也需要一种可视化、参数化的设计手段。

E-FactoryCAD(又名 Factory Program)。该软件是最初由美国 Cim Technologies Corporation 公司(EAI 公司子公司)基于 AutoCAD 平台开发(现版权属于 UGS PLM Solutions 公司),是迄今为止被广泛认同的设施规划和布置设计的可视化仿真软件,应用效果很好。提供了解决整个工厂范围内所有布局设计的问题,如活动区域的分析、空间安排、材料存放系统、拥塞程度分析、设备安装、布局成本考核、设备标识和使用情况等。主要由 FactoryCAD、FactoryFLOW、FactoryPLAN 和 FactoryOPT 四个模块组成。FactoryCAD 提供了大量的设施布置的模型可以方便迅速的构建工厂设施布置的三维环境,并可以进行空间利用率分析、零部件存储规划、基本布局成本计算;生产物流路径分析软件 FactoryFLOW 提供了 FactoryCAD 提供的布局图、生产工艺数据、产品结构和物流数据的集成平台,可以进行一系列物流分析包括物流路线规划、物流拥塞分析、物流成本和物流时间估算;FactoryPLAN 和 FactoryOPT 则是模拟系统化布置设计方法的作业点关系分析,并提供了优化算法自动生成一些布局方案以供参考。

目前,工厂的设计、布局和安装工作往往出现延误。工厂开始运转所需的时间越长,就越可能推迟创收或错过市场机会,进而影响企业的利润。许多传统的工厂布局流程极易产生错误,因为在普通的二维布局环境下,很难判断设备及其在生产车间中的布局所带来的影响,错误决策不能被及早发现,将会导致成本增高。

1. FactoryCAD 功能介绍

FactoryCAD 是基于 AutoCAD 平台的专门用于工业和制造设施规划设计的生产区域布置建模软件。与其他软件比较,比传统三维建模快 90% 之多;使用更少的时间事半功倍地创建二维/三维模型;布局设计过程中尽早发现设计问题;数据重用提高了布局信息的价值;减少理解差错;保存三维文件比 AutoCAD 小 95% 之多。利用 FactoryCAD,使工厂布局和安装可视化,设计出符合需要的工厂。帮助用户更好更快地设计工厂布局。提供建立虚拟工厂所需的所有设备模型,用 FactoryCAD 建立整个工厂模型,能对整个工厂模型进行检查、修改。

基于 FactoryCAD, 可以使用“智能对象库”进行设计, 免去绘制线条、弧形和圆形的烦恼; “智能对象库”包括工厂中所用的各种资源, 从地面和高架输送机、通道和起重机, 到物料集装箱和操作人员。借助这些对象, 可以方便地设计出布局模型。具有如下的功能:

(1) 方便导入工装和产品数据 (NX、JT、Solid Edge、Parasolid); 生产区域的布置: 建筑特征、工位、设备等的三维模型。

(2) 使用三维方式进行设施布局设计和规划, 建立完整的三维工厂模型。供了大量的设备符号、图层和形象的工厂设施, 能建立任何设计者想创建的工厂模型, 或把当前的 2D 设计转化到 3D 模型中。从方案起草者到实施工程师等任何人都能快速地建立细致的工厂模型。为规划中的厂房提供形象、可视化的模型。

(3) 使用智能对象加速模型开发。

(4) 参数化对象和系统工具包, 零件架和地面工具包, 零件架上的零件随物流的移动能被自动装配; 通过数据库或电子表格输入周转箱的特征; 零件架/周转箱汇总表。

(5) 仿真数据交换 (SDX) 接口等。FactoryFlow 中的物流、工艺数据与作业场所之间的协调 (活动点与工位的面积、距离关系建立); 离散的事件仿真模型。

(6) 基本分析结果的表述平台 (如物流图、工位的时间分析图)。建立一个基于电子表的地面使用率报告。地面使用率报告; 自动生成空间使用情况报告; 自动生成阴影和贴上标签; 走廊和设备/工具占用空间报告; 共用设备使用报告和工具使用频度报告。

(7) 设备投资评估。给设备附加介绍信息; 在工厂特征中储存设备的特征信息; 从 CAD 模型中自动生成电子表格形式的材料清单; 从 BOM 和成本表中分析设备的成本。包含能用于模型成本估算的信息。

2. FactoryFLOW 功能介绍

FactoryFLOW 是最早的商品化布置程序之一, 可以将生产及物料搬运数据与实际设施图及物流路径集成在一起综合考虑分析。主要功能是智能地表达复杂和大容量的信息, 为分析特定物流系统的性能提供工具, 并在用户友好的界面下进行设计修改。该软件综合了大量的数据, 其范围从生产规模, 零件工艺路线、路径距离, 直到变动的和可变的物料搬运成本, 用可视的方式描绘物流。能方便地决定关键路径、潜在物流瓶颈和生产物流效率, 也能按用户要求生成各种文本报告, 包括个别搬运和综合搬运的成本。FactoryFLOW 是一个图形化的物流分析系统, 基于物料流的距离、频率和成本来优化工厂布局。此工作通过参照工厂布局, 对零件运送路线信息、物料储存需求、物料处理设备规格以及零件包装 (集装箱装运) 信息等诸多方面进行评估和分