

现代工业企业自动化丛书

现代生产物流及仿真

张晓萍 颜永年 编著
吴耀华 荆明

李藩海 审



清华大学出版社

现代工业企业自动化丛书

现代生产物流及仿真

张晓萍 颜永年 吴耀华 荆明 编著
李藩海 审

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

现代生产物流系统是现代化工业生产的重要组成部分。本书系统地介绍了现代生产物流系统的设备、控制、管理与规划设计,并介绍了物流系统设计和运行的系统仿真技术。

本书共分 11 章,包括:总论、自动化仓库、自动输送设备、自动导引车、现代生产物流的管理、物流系统计算机辅助设计、系统仿真及在物流系统中的应用、复合模型的原理及其应用及现代生产物流系统实例等。

本书可供机械工程、机电一体化工程、自动化工程、工业工程等专业作为教材,也可供上述领域的工程技术人员阅读。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

现代生产物流及仿真/张晓萍等编著. —北京:清华大学出版社,1997

(现代工业企业自动化丛书)

ISBN 7-302-02725-0

I. 现… II. 张… III. 工业生产-生产艺术-自动化-系统仿真 IV. TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 23699 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

因特网地址: www.tup.tsinghua.edu.cn

印刷者: 北京环球印刷厂

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 **印张:** 16.5 16 开彩插 2 页 **字数:** 398 千字

版 次: 1998 年 1 月 第 1 版 1998 年 1 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-02725-0/TP·1412

印 数: 0001~3000

定 价: 24.00 元

《现代工业企业自动化丛书》编委会

名誉主任：张钟俊

顾问：吴钦炜

主任：白英彩

副主任：邵世煌 王行愚 吴启迪 孙廷才

编委：（按姓氏笔划）

于海川 王行愚 白英彩 孙振飞 孙廷才

江志道 刘元元 邵世煌 吴启迪 张兆琪

杨德礼 周德泽 柴天佑 虞孟起 魏庆福

序

当今世界先进工业国家正处于由“工业经济”模式向“信息经济”模式转变的时期,其中技术进步因素起着极为重要的作用,它在经济增长中占 70%~80%。“以高新技术为核心,以信息电子化为手段,提高工业产品附加值”已经成为现代工业企业自动化重要的发展目标。从我国经济发展史来看,其工业经济增长主要是依靠投入大量资金和劳动力来实现的,尚未充分发挥技术进步在工业经济增长中的“二次效益倍增器”的作用。“如何加快发展电子信息技术、调整产业结构,适应世界经济发展需求”是当前我国工业企业自动化界研究的重要课题之一。

工业自动化是一门应用学科,它主要包括单机系统自动化、工业生产过程自动化和工业系统管理自动化等三个方面。企业自动化包括企业生产管理信息电子化、信息处理的自动化以及网络化。现代工业企业自动化涉及到自动化技术、计算机技术、通信技术、先进制造技术和管理学等诸多学科,它需要各学科的专家和工程技术人员通力合作,从而形成“多专业知识与技术集成”的现代工业自动化发展思路。目前工业企业自动化系统主要呈现开放性、集散性、智能性和信息电子化与网络化的特点。在现代工业企业自动化中,计算机控制技术充当了极为重要的角色,它是计算机技术和控制理论有机的结合。自动控制理论的发展是伴随着被控制对象的复杂性、不确定性等因素的研究成果而发展的,它由经典控制理论(频域方法)和现代控制理论(时域方法)发展到第三代控制理论——智能控制理论。计算机控制系统分为数据采集与处理系统、计算机在线操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督控制系统、分级控制系统和集散控制系统以及分布式智能控制系统。从当前计算机技术和自动控制技术发展状况来看,高性能工业控制机系统、智能控制系统和基于网络系统的虚拟企业自动化系统将是未来工业企业自动化的重要发展方向。

从系统工程的角度来看,工业自动化技术研究与应用过程分为三个阶段:自动化技术研究阶段、科研成果向实用转化阶段和产品应用阶段。经过我国科技工作者半个世纪卓有成效的研究,在自动化技术研究与应用方面取得可喜的成绩,并给我国的工业自动化事业带来了深刻影响和变革,产生了巨大的社会 and 经济效益,其中有的技术已经接近或达到世界先进水平,但从应用以及成果向产品的转化的总体发展角度来看,仍存在着一些问题,仍需花大力气进一步探索和研究。例如,我国在工控机及其配套设备的生产方面尚需进一步构成规模经济;建立并发展企业网络及其协议和数据库集成技术,为全面实现我国“金企工程”提供技术和手段;开发系列的工控机软件包、实时操作系统,以提高工控机系统的总体水平;充分运用以工控机为核心的电子信息技术来改造我国各类传统工业的工装设备及产品;在我国的部分现代企业中大力倡导推行 MIS,MRP-Ⅱ 和 CIMS/CIPS 以及信息网络系统,以提高企业管理水平和竞争能力等。在 20 世纪 40 年代,计算机刚问世不久,它的应用除在军事、政要部门之外,主要是在各传统工业领域的应用。在 60 年代~70 年代,各国的工业计算机应用极为普遍促进了其工业企业自动化高速发展,而我国的工业企业自动化非但没有大踏步前进,反而停滞不前。到了 90 年代这个问题就显得十分严重了,因此我们必须“补上这一课”。

• III •

我们编写了《现代工业企业自动化丛书》(目前暂定 42 册,并根据实际需要不断增加新的书目),该《丛书》内容既包括工业生产过程自动化,又包括现代企业管理自动化技术,如基于总线工控机系统、工程数据库、CIMS/CIPS 以及企业网络技术等。其编写原则为:理论与实践密切结合,为实现工业企业自动化提供典型示范系统。编委会特邀请了国内在该领域有扎实理论基础和富有实践经验的专家分别承担各分册的编审任务,以期在向读者展示国内外相关技术的最新成果和发展动态的同时,提供解决现代企业自动化的思路、方法、技术和设备等。

该《丛书》以工程技术人员为主要读者对象。我们相信该《丛书》的出版必将在推动我国工业企业自动化应用的普及和发展进程中起到积极的作用,为进一步提高我国工业企业自动化水平做出贡献。

清华大学出版社颇具魄力和眼光、高瞻远瞩,及时提出策划组织这套《丛书》的任务,他们为编好《丛书》做了认真、细致的准备工作,并为该丛书的出版提供了许多有利的条件,在此深表谢意。同时对于参加各分册编审任务的专家、学者所付出的艰辛劳动表示衷心感谢。编审《丛书》的任务十分繁杂而艰巨,加之时间仓促,书中出现疏漏、欠妥之处也是难免的,希望广大读者不吝赐教,以使我们逐步完善这个《丛书》系列。

中国科学院院士、上海交通大学教授

張鍾緩
1995年5月

前 言

生产物流是现代生产的重要组成部分。随着生产力水平的日益提高,生产物流系统中所蕴藏的巨大潜力越来越引起人们的注意。在提高加工制造设备本身能力与效益的同时,挖掘物流的潜力,追求提高生产系统的总体效益已经成为生产现代化的重要标志之一。

现代生产物流系统综合了机械、电子、自动化、计算机、管理、系统分析等技术。与传统的物流系统相比无论在技术的先进性还是社会及经济效益方面都有了质的提高和飞跃。

现代生产物流系统是一个复杂的综合性系统,如何提高其效率和效益是至关重要的。系统仿真作为一项用于系统分析和研究的十分有效的技术,在许多领域里都已得到广泛的应用。在现代生产物流系统中,系统仿真技术已被用来对其进行规划设计、运输调度和物料控制等。

由于现代生产物流系统是近年来发展较快的领域,很少有相关的书籍予以介绍。作者先后参加了若干现代生产物流系统的研制与开发,在此愿将所积累的经验 and 体会奉献给读者。

本书力求实用、科学和先进,以期对从事物流系统工作的读者有所启发和帮助。

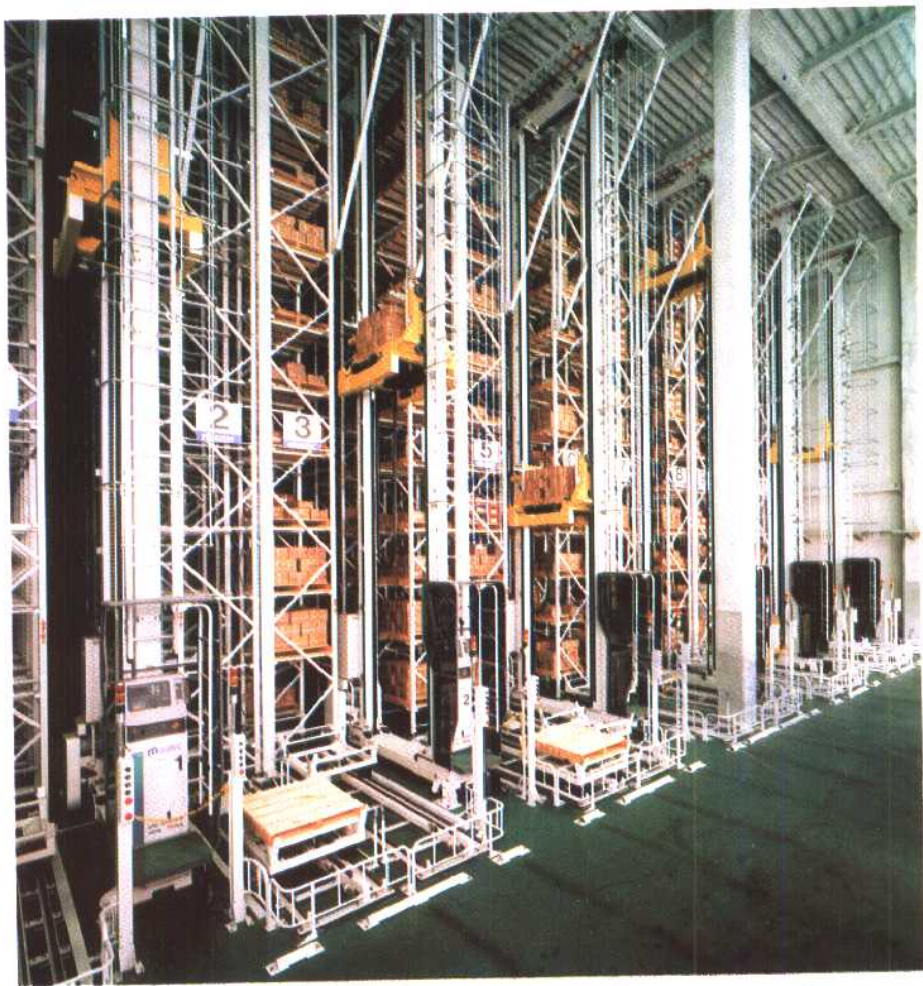
本书主要分为三个部分:现代生产物流系统的软硬件介绍;系统仿真技术及其在物流系统中的应用;现代物流系统实例。第1章至第6章介绍了现代生产物流的概念及组成,并分别介绍各子系统的运行原理与相关技术。第7章至第9章介绍了系统仿真的基本知识及应用,复合模型的概念、应用和生产物流系统的规划设计。第10章列举了四个目前国内较具代表性的物流系统。读者可以根据需要选择某部分重点阅读。

本书第1章、第5章、第6章、第8章和第10章第1节由张晓萍编写。第4章由颜永年编写。第7章、第9章和第10章第2节、第3节由吴耀华编写。第2章、第3章和第10章第4节由荆明编写。

由于编者水平有限,不当之处在所难免,欢迎批评指正。

编 者

1997年6月



韩国 SAMSUNG(三星航空产业株式会社)的 AS/RS 系统



日本 Muratec 公司的 AGV



韩国 SAMSUNG(三星航空产业株式会社)的 AGV



日本 Muratec 公司的 AS/RS 系统



日本 Muratec 公司的现代化物流系统



韩国 SAMSUNG(三星航空产业株式会社)的自动化物流系统



韩国 SAMSUNG(三星航空产业株式会社)的 AS/RS 系统



日本 Muratec 公司的空中无人导引运输车(SKY-RAV)

目 录

第 1 章 总论	1
1.1 概述	1
1.1.1 什么是物流	1
1.1.2 物流的分类	1
1.1.3 物流学	2
1.2 现代生产物流	2
1.2.1 物流与生产制造	2
1.2.2 现代生产物流的特点	4
1.2.3 现代生产物流系统的基本组成	5
1.3 现代生产物流管理	6
1.3.1 物流管理的概念	6
1.3.2 现代物流管理职能的转变	6
1.3.3 现代生产物流管理的基本功能	7
1.4 系统仿真及其在物流中的作用	8
1.4.1 系统分析方法	8
1.4.2 系统仿真技术的优点	9
1.4.3 系统仿真在物流系统研究中的作用	10
1.5 系统仿真应用实例	11
第 2 章 自动化仓库	17
2.1 概述	17
2.2 自动化仓库的分类与构成	20
2.2.1 自动化仓库的分类	20
2.2.2 自动化仓库的构成	23
2.3 自动化仓库的土建及公用工程设施	23
2.4 机械设备	25
2.4.1 货架	25
2.4.2 货箱与托盘	27
2.4.3 巷道式堆垛机	28
2.4.4 其他机械设备	31
2.4.5 电气与电子设备	32
2.5 自动化仓库的自动寻址	33
2.6 自动化仓库的布置与规划	35
2.7 仓库自动化系统的设计	38

2.8	自动化仓库的作用及意义	45
2.9	发展趋势与展望	45
第3章	自动输送设备	48
3.1	简介	48
3.2	输送设备的分类及形式	48
3.2.1	单元形式物品的输送	51
3.2.2	散碎物料的输送	57
3.3	输送设备的作用及在物流系统中的地位	63
3.4	输送系统自动化的实现	63
3.4.1	自动控制系统	63
3.4.2	自动输送系统实例	64
第4章	自动导引小车	70
4.1	AGV 发展简况	70
4.2	AGV 的应用	74
4.2.1	AGV 在制造业中的应用	74
4.2.2	AGV 在重型机械中的应用	74
4.2.3	AGV 在非制造业中的应用	74
4.3	AGV 的构成	75
4.3.1	车体	75
4.3.2	蓄电和充电	75
4.3.3	驱动装置	75
4.3.4	转向装置	76
4.3.5	车上控制器	76
4.3.6	通信装置	77
4.3.7	安全系统	77
4.3.8	车体方位计算子系统	78
4.4	AGV 的导引方式	79
4.4.1	固定路径导引	79
4.4.2	自由路径导引	80
4.5	电磁导引的敷线工艺及地面要求	81
4.6	车体方位计算	83
4.6.1	理论分析	83
4.6.2	实验验证	86
4.7	超声探障保护系统	87
4.7.1	超声测距与障碍判断	88
4.7.2	安全保护设计	90
4.8	通信系统	92

4.8.1	信息内容和信息压缩	92
4.8.2	信息帧结构及信息确认	94
4.8.3	通信协议和通信管理	95
4.9	AGV 车体动力学模型	96
4.9.1	车体运动建模	96
4.9.2	左、右轮运动建模	97
4.9.3	前轮和联轴建模	98
4.9.4	车体整体动力学模型	100
4.9.5	左右调速系统及最终动力学模型	101
4.9.6	路径跟踪控制与车体动力学模型	102
4.10	AGV 的控制概述	102
4.11	AGV 路径选择控制	103
4.12	AGV 的移栽	104
4.13	AGVS 管理	104
第 5 章	现代生产物流的监控与通信	106
5.1	现代生产物流的监控	106
5.1.1	监控系统的功能	106
5.1.2	多进程物流监控系统	106
5.1.3	物流系统的递阶控制	110
5.1.4	物流系统的监控方式	111
5.2	现代生产物流系统的通信	112
第 6 章	现代生产物流的管理	114
6.1	管理系统功能	114
6.1.1	功能分析	114
6.1.2	管理软件结构	115
6.2	基于条形码的物料管理	117
6.2.1	物料自动识别	117
6.2.2	条形码及码制	117
6.2.3	39 码	118
6.2.4	条形码识别系统	119
6.2.5	基于条形码的物料识别与管理系统	120
6.3	仓库管理	123
6.3.1	在线仓库与离线仓库	123
6.3.2	自动仓库的出/入库管理	124
6.3.3	货位管理	128
6.3.4	自动仓库的库存控制	129
6.4	物流系统数据库	130

6.4.1	物流系统数据库特点	130
6.4.2	物流系统数据库的设计与实现	131
6.4.3	物流数据库的管理与应用	134
第7章	物流系统计算机辅助设计	136
7.1	物流系统方案设计	136
7.1.1	概述	136
7.1.2	物流系统计算机辅助设计工具 IDEF0	136
7.1.3	物流系统 CAD 的初步设计	138
7.1.4	缓冲站系统设计	140
7.1.5	运输系统设计	142
7.1.6	缓冲站运输车辆的初步确定	144
7.1.7	在线仓库设计	145
7.2	物流系统布局的计算机辅助设计	150
7.2.1	物流系统布局原则	150
7.2.2	基于设备之间关系的布局	150
7.2.3	基于物料传输路线的布局	151
7.2.4	物流系统布局的初始设计	152
7.2.5	物流系统路径设计	153
7.2.6	物流系统路径的优化设计	154
7.2.7	系统立体布局的计算机辅助设计	155
7.2.8	物流系统计算机概要设计软件功能	157
第8章	系统仿真及在物流中的应用	158
8.1	系统仿真基础知识	158
8.1.1	什么是系统仿真	158
8.1.2	系统仿真的分类	158
8.1.3	系统仿真的一般步骤	158
8.1.4	系统仿真的基本概念	159
8.2	随机变量的产生	160
8.2.1	产生 $[0,1]$ 区间的随机数	160
8.2.2	乘同余随机数发生器	161
8.2.3	随机变量的产生	162
8.3	离散事件系统仿真方法	163
8.3.1	仿真钟的推进	163
8.3.2	三种仿真算法	163
8.4	仿真结果分析	165
8.4.1	仿真结果分析的理论基础	166
8.4.2	仿真结果分析方法	166

8.5	系统仿真语言	168
8.5.1	概述	168
8.5.2	WITNESS 介绍	169
8.6	现代生产物流系统仿真	172
8.6.1	物流系统的数学模型	172
8.6.2	物流系统仿真过程	173
第 9 章	复合模型的原理及其应用	180
9.1	形式化建模与非形式化建模技术	180
9.1.1	形式化建模技术	180
9.1.2	非形式化建模技术	182
9.1.3	复合模型	182
9.2	Petri 网的概念及基础	183
9.2.1	Petri 网的基本概念	183
9.2.2	Petri 网的分析方法	185
9.2.3	关联矩阵与动态方程	186
9.2.4	面向对象的基本概念及定义	187
9.2.5	面向对象的建模	188
9.2.6	复合模型的基本概念	190
9.2.7	复合模型的建模	194
9.3	物流系统的复合模型	196
9.3.1	华宝 CIMS 系统的层次模型	196
9.3.2	华宝 CIMS 物流系统层次模型	197
9.3.3	物流系统的子系统层模型	199
9.4	物流系统复合模型分析及仿真	204
9.4.1	复合模型的分析方法	204
9.4.2	物流系统结构分析	206
9.4.3	复合模型的仿真分析	209
9.4.4	华宝 CIMS 物流系统的动态仿真分析	211
第 10 章	现代生产物流系统实例	217
10.1	CIMS-ERC(计算机集成制造系统工程研究中心)	217
10.1.1	CIMS—ERC 简介	217
10.1.2	CIMS—ERC 的物流系统	217
10.2	华宝 CIMS 物流系统	225
10.2.1	华宝物流系统概述	225
10.2.2	华宝物流计算机网络系统	228
10.2.3	华宝物流计算机网络结构	228
10.2.4	华宝物流系统软件功能	229

10.2.5	华宝物流系统的多进程管理体系·····	231
10.2.6	递阶控制系统·····	232
10.2.7	华宝 CIMS 物流系统与 MRP · I 的集成 ·····	232
10.3	仪征化纤工业联合公司涤纶长丝自动化立体仓库·····	234
10.3.1	仓库系统概况·····	235
10.3.2	系统工作流程·····	237
10.3.3	控制系统特点·····	239
10.3.4	物流路线·····	240
10.3.5	运行情况·····	240
10.4	济南自动化配送中心·····	240
10.4.1	自动化配送中心的总体构成·····	240
10.4.2	配送中心的计算机控制系统·····	242
10.4.3	监控计算机的功能·····	242
10.4.4	堆垛机控制系统·····	243
10.4.5	分检系统·····	243
10.4.6	输送系统·····	243
10.4.7	包装系统·····	244
10.4.8	全系统的特点·····	244
参考文献·····		245