

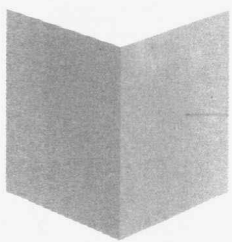
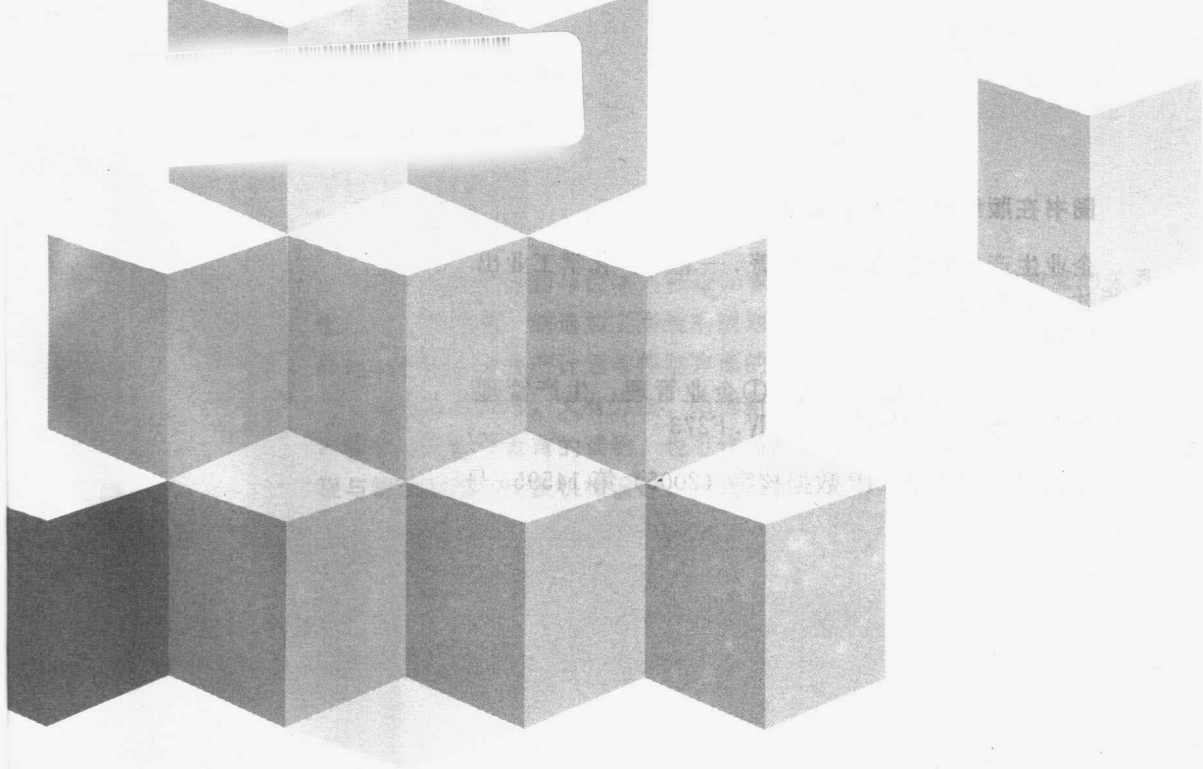


企业 生产与物流

张晓川 编著



化学工业出版社



企业 生产与物流

张晓川 编著



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

企业生产与物流/张晓川编著. —北京: 化学工业出版社, 2005.12

ISBN 7-5025-7980-X

I. 企… II. 张… III. ①企业管理: 生产管理
②企业管理-物流-物资管理 IV. F273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 145956 号

企业生产与物流

张晓川 编著

责任编辑: 董琳

文字编辑: 谢蓉蓉

责任校对: 李丽 靳荣

封面设计: 胡艳玮

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 13 1/4 字数 257 千字

2006年3月第1版 2006年3月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-7980-X

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前言

生产是创造产品和提供服务的行为，是人类最基本的活动。企业能高速、有效地为社会提供产品的前提是生产系统的各个环节能共享的总体信息，通过生产过程的产能平衡、供需平衡、物料平衡和价值链平衡，达到缩短产品生产周期、准时履约和降低产品成本的目的，使生产系统的总成本在尽可能低的条件下，提供有竞争优势的顾客服务。

在企业进行工业化生产的同时，不可避免地要购进原材料，经过加工，形成产品再销售出去，因此，在客观上要求规模化、系统化、网络化的现代物流支持。物流系统服务于生产系统，是企业生产的重要组成部分。从物流的观点来看，企业中的车间、部门、工位都是企业物流网络中的节点，都接受生产计划与控制模块的控制。生产系统的运行水平取决于生产计划与控制模块及其与生产物流系统的和谐程度。

不同时代的企业面临的外部环境不一样，因此追求的目标也不一样。自进入 20 世纪 90 年代后，由于技术进步和产品更新的速度进一步加快，产品的生命周期一再缩短，市场的竞争主要围绕快速、准时交货展开。快速、准时交货的要求改变了企业目标的权重，以前重视的是设备和人力的利用率，现在更强调的是低水平的生产库存、尽可能短的生产周期和可靠的履约率，这就要求通过生产系统和生产物流系统的统一规划，对生产过程中的生产周期、生产库存、履约时间和负荷与能力实现有效控制。但传统的生产计划与控制方法缺乏系统的概念，缺乏一个与生产实际情况相近的完整理论，缺乏有效的反馈环节，没能充分利用生产物流系统提供的信息。为此，本书以生产计划与控制为核心，阐述了企业生产与物流的关系，重点介绍了面向负荷的生产计划与控制原理，通过用“漏斗”模拟负荷中心，根据流量图定义生产计划和控制的特征参数，建立了一种简单易行的生产计划与过程控制模型；并通过生产系统的物

流特征曲线，定义了生产系统的临界状态，探讨了生产计划与控制过程数字化、图形化的基础理论。

本书共分八章，其中第一章、第三章、第五章～第八章由张晓川教授撰写；第四章由肖汉斌教授撰写；第二章由熊伟老师撰写。全书由武汉理工大学物流工程学院张晓川教授统稿。

本书在编著过程中，得到许多专家、学者很多有益的建议，特别是蒂森-克虏伯公司的黄雅达博士夫妇帮助在国外及时收集了所需要的最新资料，武汉理工大学物流工程学院的徐章一博士审阅了部分章节，书中也引用了一些国内外专家学者的研究成果，但因为各种原因未能尽数列示，在此一并表示诚挚的谢意。

虽然从 20 世纪 60 年代中期到现在，学术界一直都把生产系统的计划与控制作为一个经典的优化问题进行研究，得出很多研究成果和具有商业应用前景的系统解决方法，但这些方法有的支持这两个方面的结合，有的又与生产系统的优化目标发生矛盾，因此，还有许多理论问题和方法需要更深的研究，所以本书也难免存在不足和疏漏之处，恳请读者批评指正。

编著者
2005. 10

目录

第一章 概论

第一节	生产的绩效系统	1
第二节	企业的生产物流	6
第三节	解决工业企业现状的途径	9

第二章 企业的战略管理与决策

第一节	企业战略环境分析	13
第二节	企业战略分析方法	17
第三节	生产运作的战略	21
第四节	生产战略与市场战略的整合	25

第三章 生产系统规划与设计

第一节	工厂选址及配送运输网络规划	34
第二节	生产系统布局设计	40
第三节	生产系统的配置	53
第四节	清废系统规划	60

第四章 面向生产的物料管理

第一节	生产物料需求数量的确定	69
第二节	不同生产组织方式下的生产批量	78
第三节	生产物料的采购	82
第四节	工厂内部的物料供给	87

第五章 传统的生产计划方法

第一节	生产任务的时间结构	97
第二节	生产周期调度与产能平衡	103

第六章 面向负荷的生产计划与控制系统

第一节	流量图	111
第二节	流量图的特征参数	114
第三节	流量图的特征参数分析	118
第四节	任务流量图	124
第五节	工时库存分析	126
第六节	面向负荷的生产计划与控制	131

第七章 物流特征曲线

第一节	生产的特征曲线	147
第二节	仓储特征曲线	162
第三节	生产过程控制	171

第八章 其他的生产控制系统

第一节	OPT 生产控制系统	183
第二节	作业进展数控制系统	195
第三节	生产计划与控制系统的比较	199

参考文献	204
------------	-----

第一章 概 论

生产是人类最基本的活动，是创造产品和提供服务的行为。企业要进行生产就不可避免地要购进原材料，经过加工，形成产品再销售出去，因此，在客观上要求规模化、系统化、网络化的现代物流支持。

根据发达国家工业企业生产的经验，物料在生产过程中，有70%~80%的时间处于排队等待状态；加工完成后，产成品还需要在仓库中停留10%~20%的时间，只有10%~15%的时间用于加工准备，0~2%的时间用来更换工装；扣除向客户交货所需的运输时间（一般不大于1%），物料仅有3%~8%的时间处于加工状态。所以在原材料、设备和劳动力、成本压缩空间趋于饱和的今天，对生产系统的控制必然会与占75%~87%时间的生产物流领域发生联系。

第一节 生产的绩效系统

一、生产及生产绩效模块

工业化的生产可以简单地定义为：根据给定的技术条件，使一定的物质性的和非物质性的生产资源转变成特定的有形产品的过程。如电脑生产中的物质性生产原料有主板、软盘驱动器、硬盘、显示屏、机箱等，非物质性的生产原料有专利、生产许可、计算机软件、人力和生产的计划与监控系统等。

生产的绩效模块是企业绩效实现的最小单位，是生产绩效系统的构成元素。生产的绩效模块由人员和设备构成，如图1-1所示。其特征可通过模块的输入、输出和转变进行描述。

① 输入。生产绩效模块的输入有加工对象、生产的基本数据和计划数据。加工对象是待加工的原材料、半成品和消耗品，生产的基本数据包含产品的设计及加工、安装的工艺文件，计划数据包括产成品的个数和完工的准确时间。

② 输出。经过生产绩效模块的加工，物质性的加工对象得到增值。加工任务的完成时间和产品的输出时间将作为反馈数据传给生产计划与控制系统。

③ 转变。加工的过程可看成加工对象的转变过程。在此过程中，通过生产资

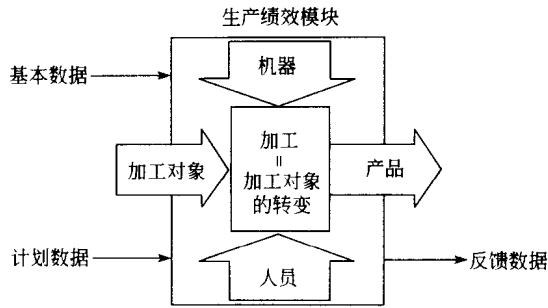


图 1-1 生产绩效模块的运行流程

料的投入，使加工对象的形状和价值发生变化。

企业的生产经营活动以其内部资源为基础，并受外部条件的各种约束。内部的资源中最重要的组成部分是基础设施，它包含生产系统中所有物质性的实体（硬件）以及使实体产生有机合作的基本规则（软件）。外部的约束来自经济、政治、社会、法律和市场等方面。企业的生产是在各种条件约束下运行的一个增值过程，如图 1-2 所示。

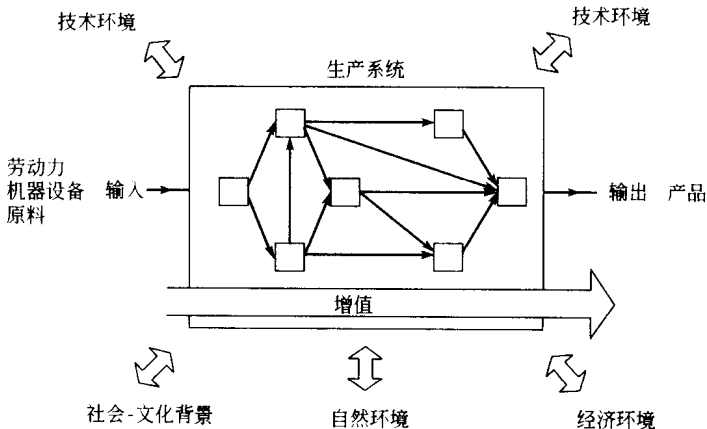


图 1-2 企业生产的组织及外部约束

二、生产绩效系统的结构

生产的绩效系统通常包含任务输入、生产任务库存、绩效产生、产成品库存和绩效输出 5 种绩效模块，如图 1-3 所示。其中 IP（Information Point）为系统的信息识别点，CP（Control Point）为系统的控制点。将绩效模块或加工环节，通过链式结构和网状结构连在一起，可构成复杂的绩效系统。为应付生产条件的波动，系统中各绩效模块间需要设置任务缓冲模块形成一种非耦合结构。系统内部控制采

用分布式的控制方式，外部生产任务的输入采用集中控制方式。

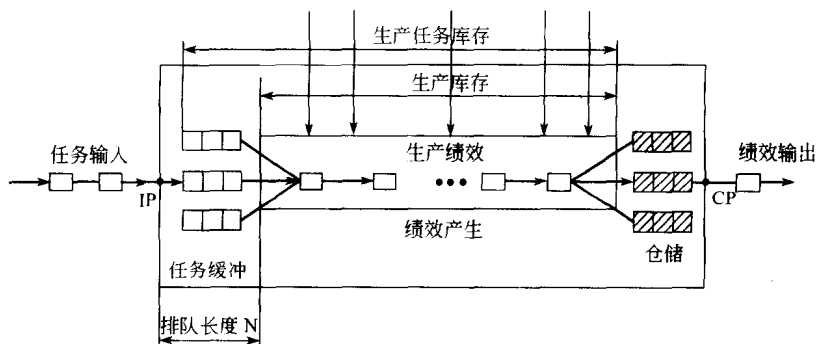


图 1-3 生产绩效系统

(1) 简单的绩效系统 简单的绩效系统如图 1-4 (a) 所示，其中 AD 代表任务处理环节，LS 代表绩效模块。该系统输入的任务仅有一个，只需要一个绩效模块。任务的处理可采用基于时间的任务排序方法。相对应的生产系统有饮料厂、制药厂和化工厂的灌装线，或消费品的包装线。

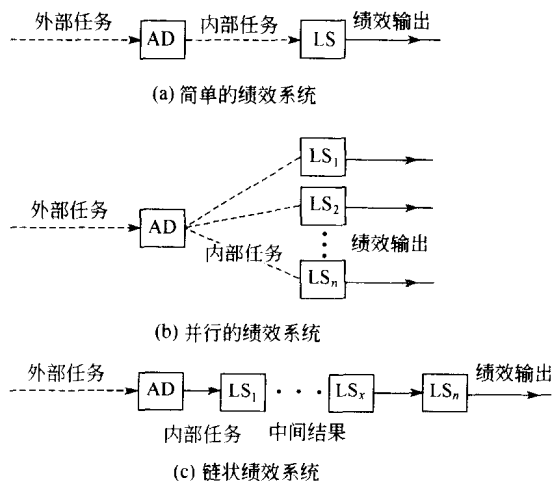


图 1-4 绩效模块的结构

(2) 并行的绩效系统 简单的绩效系统中因为只有一个绩效模块，所以系统的能力有限。采用多个并行的绩效模块，系统可有多个输出，因此可增大系统的生产能力，如图 1-4 (b) 所示。如果生产任务对绩效模块没有要求，任务的处理可通过分配策略，选择相应的绩效模块。常见的并行系统多用在车间生产模式中。

(3) 链状绩效系统 如果按拉动原则、推动原则和准时生产方式组织生产时，

生产任务的完成需要通过一个个顺序连接的绩效模块时，这就构成了链状绩效系统，如图 1-4 (c) 所示。

成链状布置的绩效模块符合流水线的生产特征，如香烟生产线就是由多台机器构成的一个链状绩效系统。

(4) 网络状的绩效系统 在更多情况下，生产系统是一个网状的绩效系统。该系统中有大量的绩效模块或加工点，通过物流的沟通形成主绩效链和辅助绩效链。通过主绩效链可以完成外部任务的输入、绩效转变和输出，通过辅助绩效链可以向主链的绩效模块提供半成品、物料和零件，如图 1-5 所示。

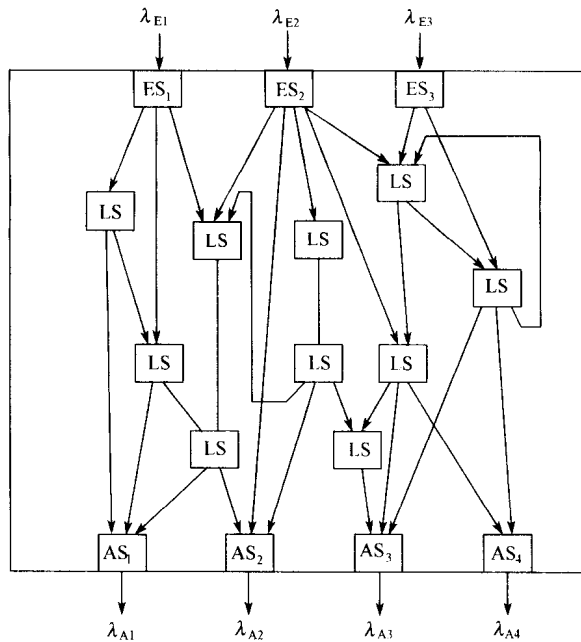


图 1-5 网络状的绩效系统
 LS—绩效模块；ES_i—系统入口；AS_i—系统出口；
 λ_{Ei} —进出流量； λ_{Ai} —出口流量

(5) 生产系统与仓储系统的结合 生产系统和仓储系统的结合构成的系统是一种带反馈的双输出系统，如图 1-6 所示。运行时，可根据需要，选择系统的一个出口。通过其中的一条任务链，通过生产任务缓冲环节，向绩效模块下达生产任务，然后通过出口的缓冲环节，将产成品交给客户。运行第二条任务链时，需要通过另外一个任务缓冲环节，在仓库内产成品库存小于安全库存时，则启动执行补充任务的内部任务链。

这两条任务链也是两条物流链。第一条物流链也是生产的主绩效链，通过该链可导入必要的生产资源、物料和半成品，最后通过货物发送将成品交给客户。第二

条物流链包含了主链中的生产环节，但运行时产成品需经过库存，才能交给客户。

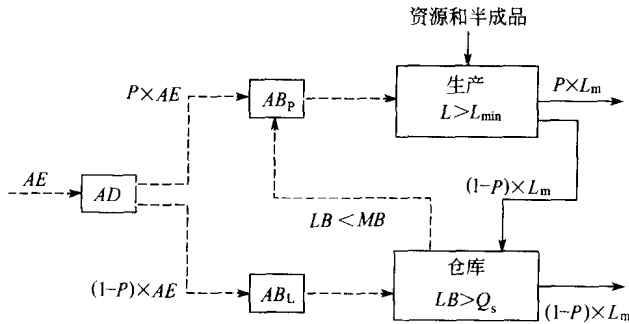


图 1-6 生产系统与仓储系统的结合
 AE —生产任务； AB_p —生产任务库存； AB_t —产成品库存；
 L —生产绩效要求； L_{min} —最小绩效； LB —仓库库存量；
 MB —平均库存； Q_s —安全库存； P —任务分配的百分比

三、生产过程的基本要求

企业内部的生产过程，必须与外界要求相适应。合理组织生产过程的基本要求是，要保持生产过程的连续性、平行性、比例性、均衡性与适应性。

(1) 连续性、流畅性 生产过程的连续性是指物料始终处于不停的运动之中，它包括空间上的连续性与时间上的连续性。时间上的连续性是指物料在生产过程中的运动，要自始至终处于连续状态，没有或很少有不必要的停顿与等待现象。空间上的连续性要求生产过程的各个环节在空间布置上合理紧凑，使物料运动的路径尽可能地简捷，且没有迂回折返现象。

提高生产过程的连续性，可以缩短产品的生产时间，降低在制品的库存，加快资金的周转，提高资金的利用率。

为了保证生产过程的连续性，首先需要合理布置生产绩效模块，缩短物料运动的距离，提高生产场地、空间的利用率，使物料流动合理。其次，要计划好生产过程的时间组织，减少物料的成批排队等待。

(2) 平行交叉性 生产过程的平行性是指物料在生产过程中实行平行交叉作业。平行作业指相同物料在生产过程中同时在相同的数个加工单元中同时加工；交叉作业是指一批零件在上道工序未全部完成时，可将已完成加工的部分零件转到下道工序加工。显然，平行交叉的生产过程可以大大缩短产品的生产时间。

(3) 比例性 比例性是生产过程通畅的重要条件。如果各工作单元的工作节奏不匹配、生产过程的比例性遭到破坏，则生产物流必然出现“瓶颈”。物流的“瓶颈”会制约整个生产系统的产出，造成非瓶颈资源的浪费和物料的阻塞，破坏生产过程的连续性。

(4) 均衡性、节奏性 它是指产品从投入原料到最后完工都能按预定的计划均

衡地进行，能在相等的时间内完成大体相同的工作量或稳定递增的生产工作量，实现生产资金的投入产出平衡、物料供需平衡和生产负荷与生产能力平衡。

(5) 适应性 生产过程的适应性是指当企业为适应市场需求，调整产品的品种或结构时，能“以不变应变”的方式，如在硬件设施不变的情况下，通过改变数控机床、加工中心和柔性制造系统的软件等，或“以变应变”的方式，对生产过程的要素（工人、设备与设施、原料和信息等）和物流进行重新组合来适应外界需求的变化，具备在较短的时间内由一种产品转移为另一种产品的适应能力。

第二节 企业的生产物流

一、企业生产物流的结构

企业的生产从原材料的采购进厂开始，经过一道道工序加工成半成品、然后组装成产成品，运至成品库存放或直接送到用户，自始至终离不开物料流动。这种在企业内部的物料按照一定的工艺流程要求，借助一定的搬运手段和工具从一个工位流入另一工位，形成了企业的生产物流。

1. 企业的生产物流的水平结构

从生产供应链运行过程来看，企业的生产物流习惯上被分为4段：采购物流、生产物流、销售物流和逆向物流，核心部分是企业的生产物流，如图1-7所示。

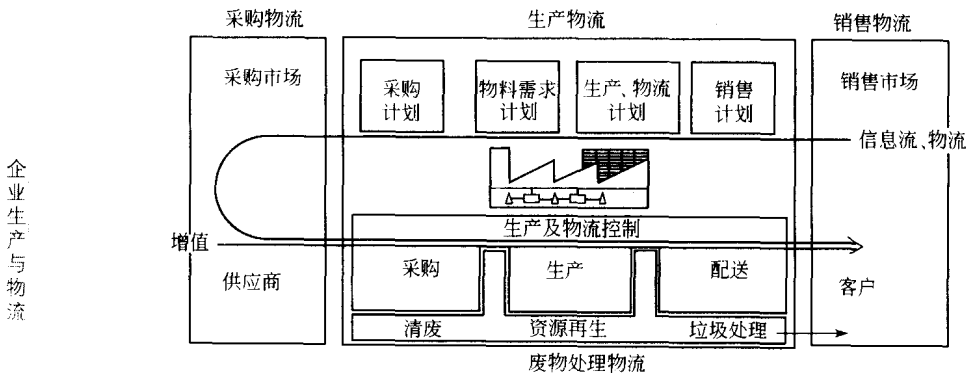


图 1-7 企业物流的水平结构

采购物流包括原材料等一切生产资料的采购、进货运输、仓储、库存管理和用料管理；生产物流受生产计划的控制，完成工位间的运输、半成品的仓储与管理等活动；销售配送物流包括了产成品的库存管理、订单处理与配送作业等顾客服务活

动；逆向物流包括废旧物质、边角余料的回收利用、各种废弃物的处理和质量瑕疵品的返工等。

企业的物流通常只是单纯的物质实体的流转，不发生商流。其最大特点是物流与生产同步，受生产计划约束。生产过程依赖物流，物流流畅是生产过程连续运行的前提。但物流的范围又超越了生产过程，即它向上延伸到原料供应、下延至产成品的销售，而且中间还包括了半成品、在制品库存和成品库存等环节。

2. 企业物流的垂直结构

如图 1-8 所示为企业物流的垂直结构。物流系统通过管理层、控制层和操作层与生产系统中的计划和控制模块的协调配合，实现系统的总体功能。

管理层：其任务是对整个系统进行计划、实施和管理。主要内容有物流系统的战略规划、系统控制和绩效评定，形成有效的约束机制和激励机制。

控制层：其任务是根据生产计划与控制模块的要求，控制物料的流动过程，主要包括订单处理和顾客服务、面向生产的物料供应。

操作层：其任务是完成物料的时间转移和空间转移。主要包括发货与进货运输、厂内装卸搬运、包装、保管和流通加工。

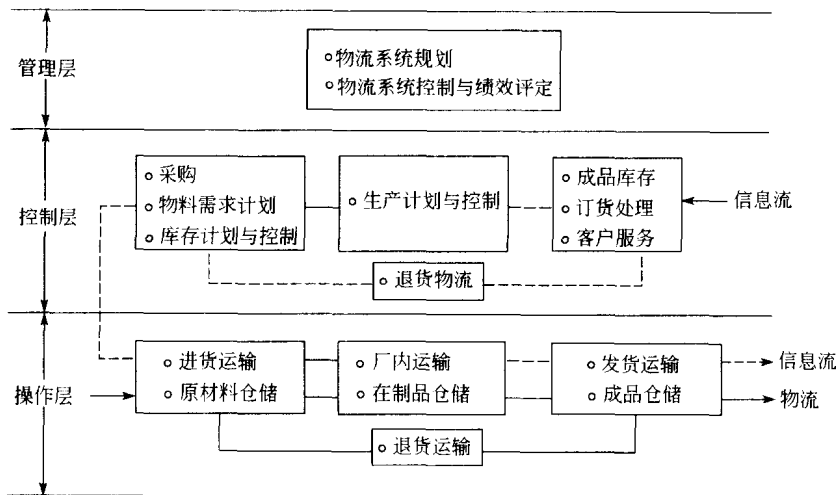


图 1-8 企业物流的垂直结构

二、企业生产物流的特点

企业的物流系统与生产系统有极其密切的关系和极强的相关性。如果将整个企业作为一个系统，物流系统服务于生产系统，是企业生产的重要组成部分；如果从企业的组成来看，企业中的车间、部门、工位都是企业物流网络中的节点，都接受生产计划与控制模块的控制。生产系统的运行状态取决于生产计划与控制模块的有效性和

生产物流系统的可支配性。在整个系统中，物流系统的特点体现在如下几个方面：

(1) 集合性 企业的物流系统是由原材料采购、生产制造、产成品销售以及环境保护和废弃物处理等活动组成的一个供、产、销、环保四位一体的集合体；

(2) 相关性 是指企业物流系统内各子系统之间和生产系统之间存在普遍的联系，它们相互交叉、相互依存、相互渗透，关系十分密切；

(3) 适应性 企业的物流系统处在一个复杂的外部环境包围之中，深受环境制约。为使企业物流系统运行正常，必须有很强的适应能力；

(4) 服务性 企业物流围绕企业的生产活动而展开，它的产出是服务而不是产品。

三、影响生产物流的主要因素

影响生产物流的主要因素有如下几个方面。

(1) 工厂设施布局 生产系统的设计包括厂房选址、车间设施布置、产品设计、工艺过程设计、生产流程设计、岗位及工作设计。物流是实实在在的物质的流动，因此，每个方面的设计都存在“物流合理化”的问题，而且设计一旦形成，物流路线很难修正。只有合理地对生产系统进行设计，才能保证生产物流的连续（不中断、停留）、直接（不迂回、倒流）和迅速（时间短）。

(2) 生产模式 根据生产过程中物流的连续性、产品的品种数、订单的大小和物料的搬运次数，基本的生产模式可分为3类：单件生产；多品种、小批量生产和单一品种、大批量生产。通常情况下，企业生产的批量越大，产品的品种越少，则生产的专业化程度越高，物流过程的稳定性和重复性也就越大，物流系统的效率也越高。因此，不同的生产模式体现了不同生产物流的特征。

(3) 生产规模 生产规模是指单位时间内产品的产量，通常用年产量来表示。生产规模越大，生产过程的构成越齐备，生产物流量也越大；反之生产规模越小，生产过程的构成越简单，生产物流量也越小。

(4) 企业的专业化和协作水平 社会专业化和协作化水平的提高，某些基本工艺阶段的半成品，如毛坯、零件、配件等就可由其他专业工厂提供，企业内部的生产过程越简单，物流流线就越短。

(5) 生产的信息化水平 现代生产系统一般具有生产节奏快、物流结构与路线复杂、信息量大、实时性要求高等特点，传统的凭主观经验管理方法已经无法适应。为了有效地对生产系统进行管理和控制，必须建立完善的信息系统，采用现代信息技术，通过计算机网络，发送和接受生产和物流信息，才能合理控制企业的生产计划、控制生产物流节奏，压缩库存，降低成本，合理调度运输和搬运设备，协调企业内部物流与采购、销售、生产的关系，实现低成本准时的物质采购供应、准时交货、提高企业的敏捷性等。任何信息的遗漏和错误都将直接影响到决策的制定和执行，最终影响到生产系统的运行效率和企业的经济效益。

第三节 解决工业企业现状的途径

一、企业基本任务的调整

不同时代，企业面临的外部环境不一样，因此追求的目标也不一样。20世纪70年代以前，由于构成产品的技术相对比较简单，产品的生命周期很长，市场竞争主要围绕如何提高劳动生产率进行，企业的战略重点是企业生产能力发挥的最大化。于是构筑在产品部件化、部件标准化及加工工序规范化、单一化的基础上的大规模刚性生产线应运而生。其特点是应用泰勒的管理思想，把工人固定在以一定节奏运动的生产线旁，从事几项简单的、极易熟练的加工工序，达到提高劳动生产率和设备利用率的目的。

20世纪70年代中、后期，到20世纪80年代，由于越来越快的技术进步和人们对个性化产品的需求，产品生产开始向多品种、少批量逐步过渡。市场竞争向企业提出了增强柔性和进一步降低成本的要求。到了20世纪90年代，技术进步和产品更新的速度进一步加快，产品的生命周期进一步缩短，市场竞争主要围绕快速准时交货展开，使生产过程转化为满足顾客需求的连续补给过程。

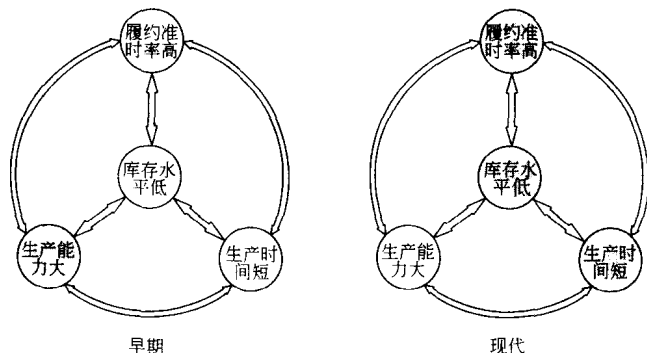


图 1-9 不同时期的企业目标比较

快速准时交货的要求改变了企业目标的权重，以前重视的是设备和人力的利用率，现在更强调的是低水平的生产库存、尽可能短的生产周期和可靠的履约率，如图 1-9 所示。

很显然，较高的生产库存往往是由于生产过程不稳定，生产能力不平衡和产品的质量控制水平较低及资金投入与生产节奏不协调所造成的。追求低库存可减少周转资金的积压，减少企业资金成本，并能把节省出来的周转资金用来购买先进的生

产设备，另一方面也意味着降低对场地面积的需要。而缩短生产周期不仅可降低产品的时间成本，减少对部件和产品可进行重新设计的风险及增加客户的满意度，还可以使新产品更早进入市场，赢得更多的市场份额。提高准时履约的可靠性则可满足企业客户准时化生产的要求，增强企业的市场竞争优势。所以现代企业生产的目标是按市场需要，根据订单的结构和批量，通过现代生产的计划与控制方法，通过物流实现生产周期短、生产库存低和履约可靠的目的。

二、工业企业履约的现状

德国汉诺威大学曾就企业的履约现状做过一次调查。如果认为延期±5天属于正常状态，在调查的6758份合同中，只有15%的任务在此范围内，有70%以上的合同延期，其中16%的合同延期交货的平均时间为13天，平均偏离计划时间23%。作为此次调查的一项计划外的收获，调查还发现至少有36%以上的合同在执行过程中缺少必要的反馈控制。

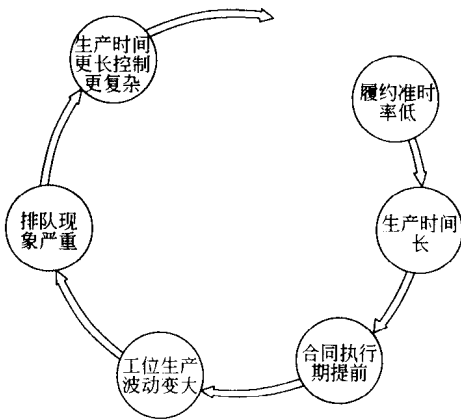


图 1-10 生产控制的恶性螺旋

很显然，企业并不希望出现此类现象。但是将合同不能准时履约的原因归结为计划与生产周期过短，在生产计划安排中加大任务周期，但这样做的结果，就有可能使更多的任务更早地进入车间，从而使等待加工的排队更长，并且使履约偏差会变得更大，企业的生产库存进一步增加，使生产的控制任务将会变得愈加复杂。

而这些现象的出现又会造成更多的合同延期，形成一个恶性螺旋，见图 1-10 所示。

这种现象的出现迫使企业反思现有的生产计划与控制体系的作用，发现现有的生产系统缺少一个可靠、一般适用的生产过程模型，有控制目标，但没有提出可测量的、可控制的参数，企业无法适应市场变化。因此有必要对生产系统进行研究，通过有关参数，对生产库存、生产周期、生产能力和履约期进行有效控制。

三、解决工业企业现状的途径

为了使工业企业适应市场的需要，应加强生产系统的计划与控制。通过生产计划可规划工厂在将来某一时间的生产流程，通过生产控制可在生产数量和履约期总在变化和人员失误、设备故障等不可避免的情况下，按照系统优化的方法对生产和物流进行控制，保证生产计划的过程的实现。图 1-11 给出了生产计划与控制系统的基本流程与结构。

该系统具有四项功能，其一是将加工任务整合成批量，其中不仅要在批量计划