

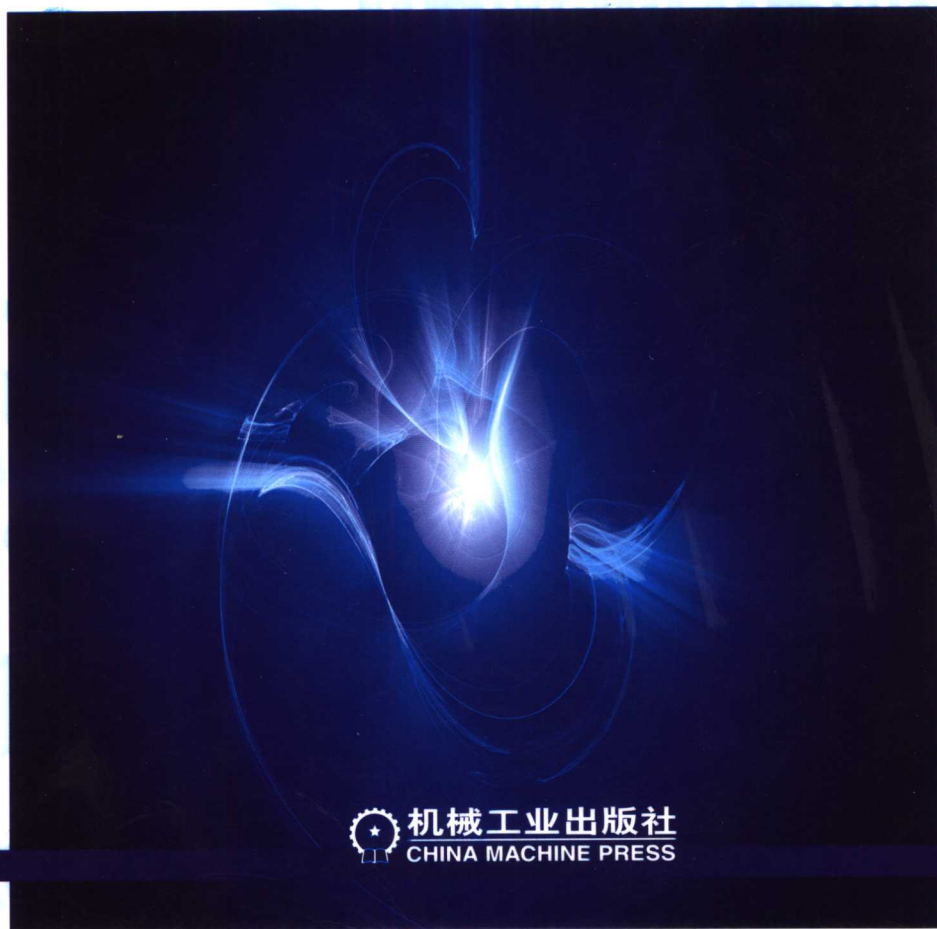


高等学校工业工程专业试用教材

SHENGCHAN JIHUA YU KONGZHI

生产计划与控制

主 编 王丽莉
副主编 张凤荣



SHENGCHAN JIHUA YU KONGZHI



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



清华大学工业工程系

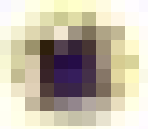
清华大学工业工程系 清华大学工业工程系

生产计划与控制

清华大学工业工程系
清华大学工业工程系



清华大学工业工程系



高等学校工业工程专业试用教材

生产计划与控制

主 编 王丽莉
副主编 张凤荣
主 审 铁维麟



机械工业出版社

本书按照企业生产规划与计划控制工作中的决策层次，即战略决策、运作决策和控制决策的思路进行组织有关生产规划、计划与控制，并介绍了生产系统改进方法及先进的生产方式。本书主要内容有：第一部分涉及战略决策问题，包括产品的开发及生产过程规划；第二部分讨论运作决策问题，包括生产计划、MRP II 及生产作业计划；第三部分属于控制决策问题，包括生产过程控制、绩效控制和设备维护；第四部分介绍生产系统改进方法及先进的生产方式。

本书可作为高等院校工业工程专业本科生、研究生教材，也可供企业有关生产管理人士阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

生产计划与控制/王丽莉主编. —北京: 机械工业出版社, 2006.8

高等学校工业工程专业试用教材
ISBN 7-111-19621-X

I. 生… II. 王… III. ①工业生产-生产计划-高等学校-教材②工业生产-生产过程-控制-高等学校-教材 IV. F406.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 082054 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 朱 华 版式设计: 霍永明 责任校对: 程俊巧
封面设计: 陈 沛 责任印制: 洪汉军
北京京丰印刷厂印刷
2006 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷
184mm×260mm·15 印张·363 千字
0 001—4 000 册
定价: 23.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68326294
编辑热线电话 (010) 88379083
封面无防伪标均为盗版

前 言

为了适应我国改革开放不断深入和市场经济的迅速发展,迎接 21 世纪知识经济、全球经济及竞争激烈、变化迅速的外部环境的挑战,培养厚基础、宽口径、强能力、高素质的高级综合管理人才,特编写了一本适合高等学校工业工程专业生产计划与控制教材。

“生产管理”是管理学中的一门传统的、已有近百年历史、渐近成熟的课程,而生产计划与控制又是生产管理中的主体内容。如将实物形态的生产过程视为产品投入产出系统的硬件,生产计划和控制则属于软件系统,生产系统离开生产计划与控制就像计算机没有软件一样寸步难行。工业工程专业学生对于生产管理知识的掌握无论从深度和广度来说都有较高的要求,所以,掌握生产计划与控制的基本理论对将来的实际应用具有很现实的意义。

本书的特点是:

1) 内容系统全面,深入浅出。本书按照企业生产的一般规律,全面介绍了企业生产规划和计划控制工作中的决策层次,各章节之间前后连贯,能够将生产管理活动有机地组织在一起,具有一定的逻辑性。

2) 适当考虑了服务业的内容。考虑到服务业与制造业的差异,一般情况下将服务业与制造业一起论述,必要时单独阐述服务业企业管理的特殊性。

3) 对生产系统的改进方法进行了论述,并介绍了近年来先进的生产方式,如准时生产方式、精细生产方式、最优生产技术、敏捷制造、计算机集成制造系统、业务流程再造等。

本书的框架体系和主要内容包括:企业的产品设计和生产过程规划与设计、生产计划及生产作业计划、制造资源计划、生产绩效控制、设备管理及先进生产方式等内容。

工业工程专业的学生在使用本教材时,内容上可有所侧重,其他专业视具体需要选择本书某些章节及内容。

参加本书编写的有:王丽莉(第一章、第六章、第十章),张凤荣(第二章、第三章、第四章),董海(第五章、第七章),梁迪(第八章、第九章)等。

本书由王丽莉任主编,张凤荣任副主编,铁维麟教授任主审。

在本书的编写工作中,自始至终得到了铁维麟教授的指导和帮助,并做了大量细致的工作,在此表示诚挚的谢意。

由于本书编写时间较短,加之编者水平有限,书中难免存在不当之处,敬请各位专家和读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第一章 绪论	1
第一节 生产和生产系统	1
第二节 生产管理及其发展历程	3
第三节 工业企业生产系统的构成	7
第四节 生产计划与控制课程内容及其 作用	12
复习题	13
第二章 产品设计	14
第一节 产品设计过程	14
第二节 面向顾客的产品设计	18
第三节 面向可制造与可装配的产品 设计	26
第四节 技术选择与管理	30
复习题	34
第三章 生产过程的规划与设计	35
第一节 生产过程的类型	35
第二节 产品设计和生产类型的关系	39
第三节 生产系统定位	42
第四节 生产技术选择	46
第五节 装配流程图	49
第六节 自制或外购决策	50
第七节 生产过程流程图	52
复习题	55
第四章 生产计划	56
第一节 生产与运作计划体系	56
第二节 需求与能力	57
第三节 综合平衡	70
第四节 综合计划	72
第五节 主生产进度计划	76
复习题	79
第五章 生产作业计划	81
第一节 大量流水作业生产的生产作业 计划	81
第二节 成批生产的生产作业计划	90
第三节 单件小批量生产的生产作业 计划	101
第四节 作业排序	102
第五节 项目型生产作业计划	109
复习题	119
第六章 制造资源计划 (MRP II)	122
第一节 库存控制系统	122
第二节 物料需求计划 MRP	125
第三节 制造资源计划 MRP II	130
复习题	136
第七章 生产调度和适应性	137
第一节 生产控制的任务	137
第二节 生产调度系统	140
第三节 生产进度控制	146
复习题	151
第八章 生产绩效控制	152
第一节 生产成本控制	152
第二节 生产率控制	164
复习题	175
第九章 设备管理	176
第一节 概述	176
第二节 设备购置的选择与评价	178
第三节 设备的使用与维修	181
第四节 设备更新	190
复习题	194
第十章 生产系统的改进及先进生 产方式	195
第一节 生产运作系统的改进与发展	195
第二节 生产运作操作系统的改进	196
第三节 准时生产方式	206
第四节 精细生产方式	215
第五节 最优生产技术	218
第六节 敏捷制造	221
第七节 计算机集成制造系统	224
第八节 业务流程再造	228
复习题	230
参考文献	231

第一章 绪 论

第一节 生产和生产系统

生产是人们创造产品和服务的有组织的活动，由一个企业或多个企业合作完成。生产构成人类社会生存和发展的基础。从形成生产的过程来看，凡是将投入的生产要素转换成有效产品和服务的活动便可称为生产。

一、投入

生产过程投入的各种生产资源包括材料、劳动力、资金、设备和能源等，通称为生产要素。

投入有直接投入和间接投入之分，直接投入指在生产过程中被全部消耗掉的资源，包括成为产品组成部分的原材料、毛坯及外购零配件等主要材料以及不成为产品组成部分，但消耗掉的辅助材料，如润滑油、溶剂以及水、电、气等。劳动力中直接消耗于生产过程的人工，直接运用于生产过程的机器设备等均属于直接投入。按生产要素的价值形态即成本而言，上述各类直接投入的材料成本、人工成本、设备折旧费等，它们构成了产品制造费用。

间接投入包括间接参与产品形成的人工，如管理者和技术人员的劳动以及技术和管理的投入，这部分消耗构成了产品成本中的管理费用。

直接投入和间接投入都属于企业能够主动控制的内部投入，企业本身无法控制的投入称为外部投入，如技术经济发展的信息和用户需求信息等。

二、产出

生产过程的产出有两种形式，即有形产出和无形产出。有形产出指企业出产的实物产品如汽车、冰箱、牙膏、打印机等；无形产出指服务如运输报关、管理咨询报告等，这些有形产出和无形产出均属生产直接产出。除此之外，还有对社会产生影响的间接产出，包括税收、工资、奖金、技术发展及环境等。

所有产出的产品和服务都需要为用户提供价值。产品价值通常体现为以下几种形式：①形体转换：物质产品形体变化带来的价值，如上述汽车、冰箱等；②位置转换：地点变换带来的价值，如运输，将产品送到预定地点；③信息转换：将初始信息转换为有用信息，如管理咨询和市场调查报告等。

三、转换过程

转换过程是企业从事产品制造和完成有效服务的主体活动。行业、产品（服务）有各具特点的转换过程，制造业主要涉及实物形体转换；运输行业主要完成位置转移；通信行业完成信息转换；仓储行业完成物资的储存和重新配送；零售行业完成商品交换或者商品所有者

的交流。扩大到非营利组织来说，医疗行业实现生理转换，就是将作为“投入”的病人，经诊断和治疗这些转换环节而“输出”健康的人；各类学校实现知识转换，是将“投入”的学生经传授知识和训练成为德、智、体全面发展的人。当然，这些转换并非相互排斥，一个行业或企业可以兼备多种转换功能，一个制造企业除了出产产品完成形体转换，还应该允许用户辨识产品的质量和价格，即完成信息转换功能。企业难免要存储和发送产品，即履行位置转换和重新配送功能，企业设立销售部门是为了完成交换功能。

四、生产系统

工业企业将上述投入、转换和产出集成为一体，构成生产系统。“系统”意味着生产是一个整体，各个环节不能相互分离地运作，然而构成生产系统的各个环节仍具备自身的特征。弄清生产系统须从各个环节入手，而解释各个环节又不能脱离它在整个系统中的作用。图 1-1 表示一种生产系统模型，生产系统将一组投入转换为预期的产出，生产转换子系统是此系统中的主体，各种投入在此系统中转换成产出，对机械制造业而言即为加工和装配过程。这些实物形态的转换子系统必须配以计划与控制子系统。对投入生产资源需求以及转换过程的作业订出计划，同时监测产出的数量、质量、成本，一旦发现不能接受的偏差，管理者便要采取校正行动。

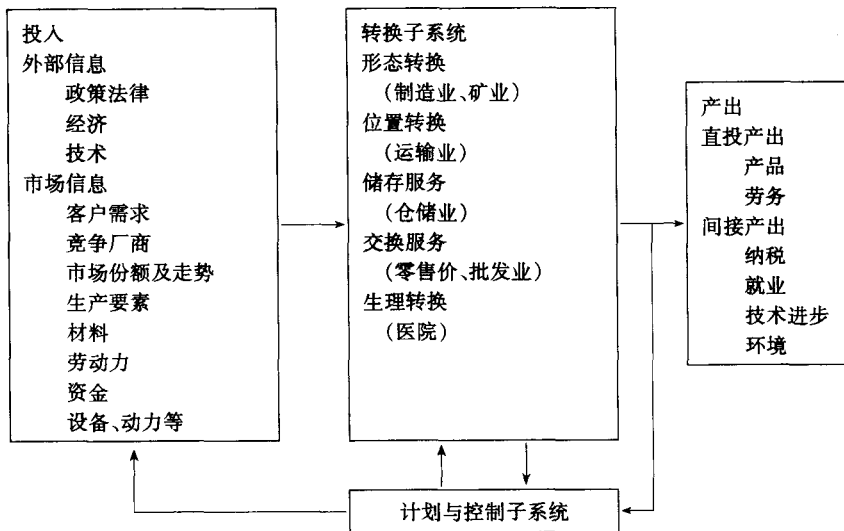


图 1-1 生产系统模型

此生产系统模型将投入分为以下三部分：外部信息投入、市场信息和生产要素投入。通常外部投入属于信息型，它向管理者提供了有关生产外部环境和条件的知识。政策或法律的信息输入是用来判断生产活动应遵守的政策约束和限制。经济信息包括宏观经济发展指标、经济周期状况、股市价格、原材料价格及资金供应状况等；技术信息包括产品、工艺和机器设备的技术发展趋势等，它们将直接影响到生产转换过程的构成。市场信息投入涉及市场份额及发展趋势、竞争对手、产品和客户需求等信息，这是生产能够满足客户需求的产品，使企业得以存活和发展的关键信息输入。生产要素投入则是直接支持产品生产的投入，即上述

的材料、劳动力、资金、设备、能源等。

从企业内部而言，生产系统包括上述投入、转换和产出三个环节，然而不可避免地和外市场发生关联，最重要的关联主体则是和投入环节相联的供应商以及和产出环节相联接的客户。客户包括产品的最终消费者和用此作为中间产品的企业以及配销实体。

转换子系统是生产系统的核心，它汇集了企业的绝大部分人力、物力和财力，使投入转换为产品和服务。所有企业至少有一个生产转换系统，只不过是转换的形式不同。表 1-1 列举了几个不同性质的企业为例子以说明。

表 1-1 典型的生产转换系统

企 业	主要投入	转换系统	产 出
汽车	原材料、外购零部件、设备、人员、动力	经加工和装配作业将投入转换成汽车(形体)	汽车
搬运公司	载货汽车、燃料、待运货物、载货汽车零部件、人员	包装和运输货物到目的地(位置)	发送后的货物
百货公司	顾客、商品柜台、存储的商品、售货员	吸引顾客，推销和出售商品(交换)	出售的商品
会计事务所	人员、信息、计算机、建筑物和家具	吸引顾客，汇编资料，提供管理信息和计算机税额(信息)	管理信息 审计报告 计税服务
餐馆	顾客、食品、厨师	烹调食品和提供服务(生理和心理)	满意的顾客 及美味食品
医院	病人、医生、护士、药物、医疗设备	诊断和治疗(生理)	康复的病人

在以上不同类型转换中，属于实物形体转换的企业可归之为制造业，而所有其他转换类型的企业则归之为服务业，由于人们习惯于把产出实物产品的制造企业和生产联系在一起，而把提供服务的服务型企业的生产转换过程称为运作。

第二节 生产管理及其发展历程

生产管理是对企业的生产转换子系统的运行进行管理。生产管理的主要功能是对此转换过程进行组织、计划和控制。组织职能包括生产组织机构设计、责权规定和工作岗位的设置等。通常组织流图用来表示企业的组织设计，生产管理部门的组织流图属于企业组织流图的一部分。图 1-2 表示一类制造企业组织流图，生产管理部门负担生产控制、采购、制造、质量保证和设计的职责并设立相应机构和工作岗位。涉及生产管理工作的行政管理人员包括高层的主管生产的副总经理，主管物资的副总经理和总工程师等，以及中层的车间(工场)主管、项目主管或基层的工段长、班组长。职能管理人员则包括采购人员，其职责为支持生产而外购零部件和提供服务。库存分析员负责监督库存量，审核记录以及确认订单和发料单。生产控制员确认生产订单，编制生产规划和计划以及发出订单等，负责及时满足客户订单需求并使车间正常运作。生产分析员负责分析生产中存在的问题，预测需求并承担新产品或其他专项规划。质量分析员负责生产产品和外购零部件、材料的质量并从事日常质量管理。

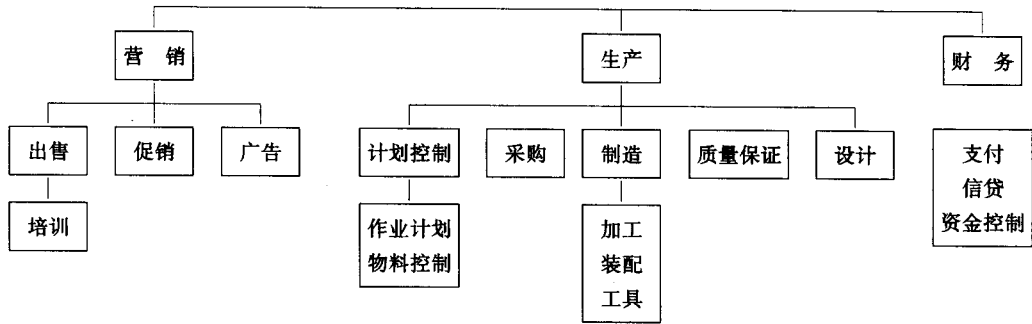


图 1-2 制造企业组织流程图

生产组织机构和工作岗位设计一旦完成，一段时期内可保持基本稳定。生产计划和控制则属日常工作，生产计划和控制子系统和生产转换子系统相伴而行，不能分离。同时，生产计划和控制系统还实施着组织执行的功能，包括生产组织形式的选择以及生产过程中任务的分配和调度等。

作为企业生产管理者，不仅要管理内部的生产转换环节，同时，要和外部的供应商和用户打交道，适时地从供应商取得生产所必需的各种主要材料和辅助材料以及零配件，同时又要适时地发送产品到用户手中。始自供应商终至客户的物流过程管理属于供应链管理，它和生产管理的关联越来越密切，甚至在某些行业和企业中两者有集成一体的趋势。

一般制造企业的组织流程图如图 1-2 所示，有以下三项基本职能：营销、生产和财务，三者分别完成不同却又相互联系的活动。生产管理者和营销管理者以及财务管理者使企业管理行为形成循环，首尾相连。生产管理负责企业生产系统高效、低成本地运行；营销管理者为企业的产品和服务创造需求，顺畅销售；财务管理者负责达到企业的财务目标，获取利润。生产系统失效，则生产不出产品；营销失灵，则产品卖不出去；理财不当，则企业无法生存。三者虽有不同功能和独立的运作方式，但都是为了完成企业共同的谋求利润和持续发展的目标，三者关系如图 1-3 所示。企业须具备

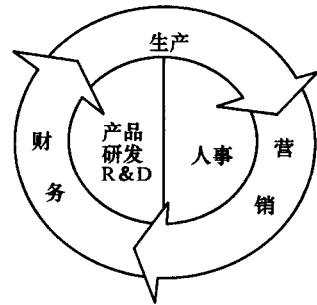


图 1-3 企业基本职能

一定的财力以获得生产所必需的各种资源，随后才有条件生产。将投入转换成产品或服务，接着进行营销活动，将产品（劳务）再度转化成资金，并将这些资金再投入生产，如此反复循环不已。这些循环活动须靠人去完成，因此，企业必须有管理；同时，企业要持续发展，需要不断地在产品、生产、财务和营销方面创新，因此，要有产品研发（R&D）工作。

行业不同生产系统的管理内容也不同。如一个航空公司的生产管理内容包括地面支持设施，飞机的维护，航班作业及地面作业等。商业银行的生产管理内容包括出纳、调度、支票结算、汇付、交易处理、保险库作业及安全维护等。从系统观点来看，航空公司、银行和制造企业都具有将投入转换成产出的转换系统。由于非制造企业的比重不断增加，这些企业的生产管理愈来愈重要，本来以制造业为主要研究对象的生产管理扩展到非制造企业领域，将生产管理称之为生产作业管理，制造企业的转换环节称为生产系统，非制造企业特别是服务业的管理称之为运作管理，相应地，原称“生产管理”的课程现通称为“生产和运作管理”。

本书阐述的生产计划及控制系统以制造业为背景，所讲的思路、原理和方法，有制造业和服务业都适用的“共性”之处，这是基本方面，也有各自的特点，会在生产计划和控制中体现出来。

下面介绍一下制造业和服务业的差异。

(1) 从产出的产品来看：制造业产品是有形的，而服务业产品是无形的，不可触知的。消费者在购买服务前是看不到，听不见，摸不着的，服务的购买者要对提供者具有很大的信心才可能购买。制造业的产品可以存储，而服务业都要符合客户的个性化需求，服务不能存储。相应地，制造业产出可以有提前期，而服务业没有提前期，即使有也很短，如企业的管理咨询报告无法事前就准备好。制造业产品质量标准偏重客观，容易衡量；服务质量标准偏重主观，难以规范。

(2) 从投入来看：制造业投入的主体是物料，而服务业投入的主体是人力。

(3) 从转换过程来看：制造业属资本密集型生产过程，而服务业属劳力密集型的生产过程。制造业容易建立标准化的生产流程，而服务业较难建立标准化的运作流程。制造业在生产转换过程完成以后才提供产品，而服务业在生产转换过程中就为客户提供服务。由于服务和生产过程不可分离，服务型企业和客户之间的关系是高接触型，提供服务的一方与客户之间在服务过程中保持密切接触，如医院治病、企业咨询等。

制造业和服务业尽管有各式各样的企业和无数品种的投入和产出，但对生产管理的要求可概括为以下四个基本点：适时、适质、适量和低成本，即考虑时间、质量、数量和成本四项要素。生产管理者所考虑的问题总离不开如何按时、按质生产出预定数量的产品，同时又尽可能保持低成本以谋求较高利润。这些要素如数量和质量、质量和成本之间常会出现矛盾，困扰生产管理者，正因为如此，生产、运作管理者和研究人员在解决实际问题过程中，积累了许多值得认真学习的知识和理论。

为了系统地掌握生产管理领域的知识，不妨回顾生产管理的发展历程。尽管人类从出现有组织的生产活动开始就存在着生产管理，但真正成为一门学科和知识领域还是从 20 世纪初泰勒提出科学管理开始。泰勒针对当时生产管理中存在的问题，提出操作合理化和时间-动作研究等提高劳动生产率的科学管理方法。他的主要观点是：①每个工人每天生产多少，应依据科学规则来确定；②发现和运用这些科学规则属于管理职能；③工人的职责是无条件地执行这些管理要求。泰勒的原理在当时并未受到所有人的赞同，有些工会抱怨并惧怕科学管理，许多管理者则片面推行泰勒的管理方法，而忽视了将工作组织好和操作合理化，于是出现许多压低工人报酬、工作负荷过重以及采用未经设计的工作方法等情况。这种过分的反应导致 1913 年美国国会提出议案，在联邦政府工作中禁止采用时间-动作研究与激励计划，作为控告证据之一是一位名叫施密特的炼铜工人，因为实行泰勒工作法劳累过度而引发死亡。后经查证，此人真实名字为诺勒，并未死亡还正在担任工长，此议案最后被否决。和泰勒合作推行科学管理的有基布里茨以及甘特。基布里茨在一次砌砖竞争中利用时间-动作原理将砌砖冠军击败，甘特在第一次世界大战期间创建甘特图，用于造船生产过程的计划和控制并沿用至今。

1913 年，福特汽车制造厂的移动装配线诞生，这是机器时代一项最伟大的技术创新。当年 8 月，一辆汽车底盘由一个工人装配，需 12.5h。8 个月后，装配线构造成功，底盘在传送带上机械地移动，每个工人专门做一道工序，装配缩短至 93min。1914 年，福特宣布他

的汽车工人每天只工作 8h, 比别处工人少 1h, 而最低工资 5 美元, 比别人多 1 倍。福特的 T 型汽车开始是 950 美元一辆, 后来逐年降价, 第一次世界大战后降到每辆 290 美元。这种工艺细分结合科学管理的概念形成了专业化生产方法, 现在仍然普遍使用。

20 世纪 30 年代的霍桑实验, 使泰勒的科学管理初次受到挑战。此项研究由哈佛大学商学院研究小组进行, 并由社会学家梅奥担任指导, 研究对象是西屋电气公司设在霍桑的工厂, 实验设计旨在弄清环境变化对装配工人产出的影响。结果出人意料, 照明亮度对工作地产出的影响, 在实验环境下比正常生产环境下要小得多, 在实验条件下亮度减小产出甚至还会增加, 原来, 身处实验环境的工人有更大的责任感来维持高产出。霍桑试验对于工作设计和激励机制设计有很大的影响, 导致此后许多企业设立人力资源管理部门。

第二次世界大战期间, 由于欧洲战场有大量的人力、给养和物资运输, 相应出现飞机和船只调度问题。为了解决在此复杂环境下这类管理决策问题, 从而开发并形成了跨学科的以数学方法为基础的运筹学。用定量方法来构造和分析管理问题并求得数学意义上的最优解。第二次世界大战后军事部门的运筹学方法被广泛推广到工业企业、咨询公司和大学, 用于研究和解决库存管理、项目管理、生产管理等预测和决策问题。

20 世纪 70 年代计算机在生产管理中已有广泛应用, 生产计划和控制领域中里程碑式的成果便是由 IBM 公司开发, 美国生产与库存控制协会推出的物资需求计划 (MRP) 系统, 企业依靠 MRP 软件来制订生产计划, 并根据需求和外界环境变化及时调整计划和库存水平。

20 世纪 80 年代以来出现管理思想和生产技术的变革。日本企业创造的准时制 (Just In time, JIT) 生产是管理思想的一个突破, 准时制生产令各种零件准时到达工作地以求降低零件库存量到最小。全面质量管理 (TQC) 是与之密切关联的管理概念, 旨在持续地消除引起产品缺陷的原因。

近几十年来, 制造业生产自动化的迅猛发展给生产管理带来了根本性的变化。美国企业在 20 世纪 60~70 年代并不愿意在生产自动化方面进行太多的投资, 认为自动化主要是带来节省劳动力的好处, 所以将生产转包给劳动力便宜的韩国、墨西哥等国和我国台湾地区, 由于追逐国外的廉价劳动力而采用了一些陈旧技术, 结果妨碍了美国企业的技术进步。这一段时期内, 美国抓住了短期节约劳动力的好处而牺牲了自动化能获取的长期效益。20 世纪 70 年代只有日本在自动化领域取得显著进展, 美国企业在竞争优势受到威胁的情况下才认识到自动化的重要性。自动化不仅节约劳动力, 还能提高产品质量, 加速产品的生产和配送以及提高产品的柔性。

制造业自动化和信息技术以及通信技术的迅速发展, 促使市场和企业日益开放, 国际贸易组织 (WTO) 的成员已有 124 个。这些国家同意开放各自的经济, 减少关税和补贴, 扩大知识产权保护, 北美自由贸易协定以及欧盟的形成标志着全球经济的兴起和发展, 世界范围内的企业间竞争愈演愈烈。在这种大环境影响下, 制造业形成了“敏捷竞争”的发展方向。在发达国家, 产品的品种越来越多, 产品寿命周期越来越短, 订单处理越来越不拘泥于时间早晚和批量大小。为了适应市场需求这种时代性变化, “敏捷竞争”思维下的制造企业旨在对大量有个性化需求的顾客做出快速反应, 以保持市场份额和追求企业最大利润。企业面临市场细分、服务导向以及知识含量高的产品, 只靠大量生产系统的规模效益已难以实现足够的利润, 敏捷竞争格局形成的结果, 便是大量客户化生产方式的出现和大量生产方式的分庭抗礼。

敏捷竞争是企业战略决策层次的指导思想，指明了企业今后存活和获取利润的主要途径。它是属于企业战略目标层次的概念，在敏捷竞争的总名称下，其作用将体现在企业的各个方面。在营销方面，以个性化的产品和服务组合去满足大量用户的各有特色的需求，即所谓个性化需求。在生产方面，具备按任意批量提供产品——服务组合的能力，满足用户需求，而成本控制在容许范围之内。在生产技术方面，便出现柔性制造系统，借以满足大量客户化的要求。柔性制造系统是相对于自动化发展前期自动线的刚性自动化和固定制造系统而言，反映柔性自动化的思路，具有响应市场需求变化的能力。在设计方面，形成将供应、生产、销售和使用以至产品更新换代和报废处理过程信息集成一体的整体设计系统，出现并行设计和异地设计方式。在组织结构方面，要能够“无缝”整合企业内部和合作企业之间的各种必要资源，出现虚拟组织的概念。在管理方面，从内部管理为重点转向企业和企业、企业和用户之间的合作管理为重点，出现供应链管理、核心能力管理的概念。在人员方面，各类由技能人员组成的专业小组将增加。

上述营销、生产、设计、组织管理等方面均从企业功能层次来反映敏捷竞争的要求，各自有其特定的内涵。然而相互之间又协调一致，生产管理的功能和营销、财务功能之间的联系越来越密切，目的是为了取得企业的敏捷竞争优势。

第三节 工业企业生产系统的构成

图 1-1 的生产系统模型是从系统观点对生产过程的概括。如果从工业企业各部门间生产转换的过程来描述，则生产系统的构成如图 1-4 所示。图 1-4 将生产系统分成两个层次，即生产系统的投入、转换和产出过程所构成的运作层；高层管理者对生产系统的目标设置和规划等功能所构成的决策层。

一、运作层

任何营利性企业，都是为了满足客户市场需求，从而获取最大利润。企业的生产过程不能不起始于客户的需求，而终止于向客户发送产品。企业直接面向客户市场的是“营销”部门，图 1-4 左边第一框即是营销部门。营销部门有两项互有联系却分别运作的职能：一是营销，在分析客户需求和市场走势的基础上采取各种促销行为，同时提出开发有市场潜力的新产品设想及产品性能要求；二是销售，向客户出售订单。产品开发（R&D）部门依据营销部门输入的信息进行新产品研究、开发和设计工作。产品是生产企业和客户之间双赢的纽带，既是企业的利润载体，又是用户需求得以满足的载体，产品应是制造企业的“立命之本”。产品总是包括现有产品和新产品两类，即使现行产品销路很好，也要不忘开发新产品，缺乏产品创新会逐渐失去市场。新产品设计方案和现有产品的订单一起形成企业的生产任务，传递给制造部门。制造部门负责两阶段工作，首先是生产过程规划，然后组织实施生产过程。生产过程产出的产品则送到配送部门，发往客户市场，客户市场包括销售渠道的经销商、代理商以及直接消费者。生产过程需要各种原材料、辅助材料配套零部件的供应，因此，制造部门需要履行供应的职能。同时，制造部门还需要有生产支持能力，最基本的支持包括技术、管理和人员。技术支持包括各种设备和生产技术，如计算机集成制造系统等先进制造技术；管理支持包括设备维修系统、质量保证系统等；人员支持则是指具备专业技能和

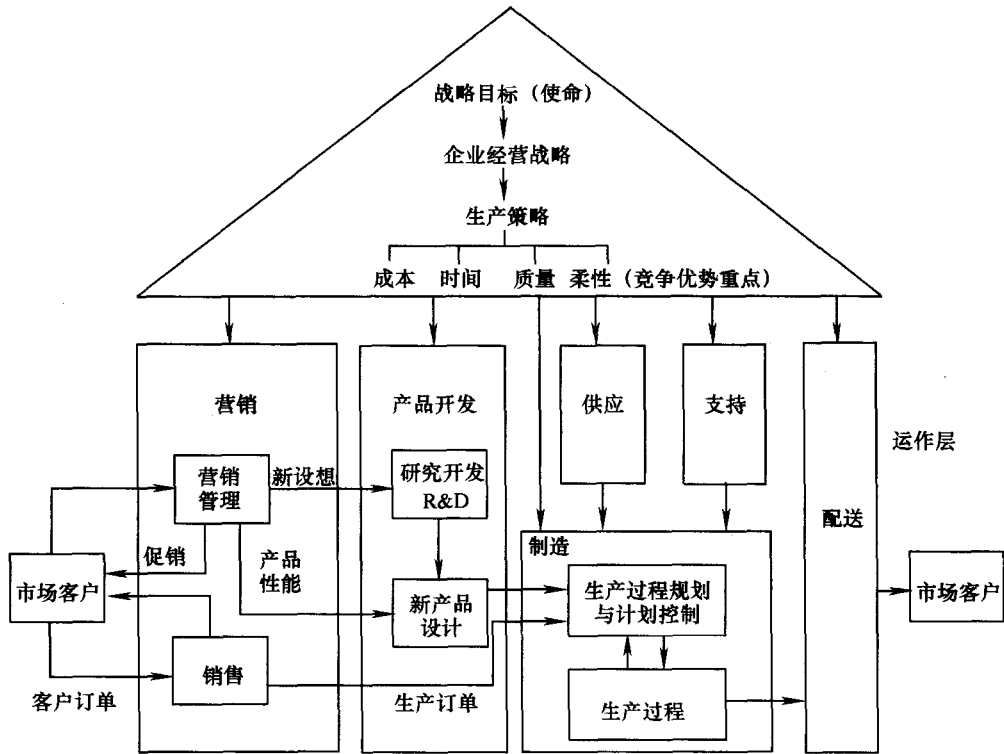


图 1-4 工业企业生产系统的构成

素质的管理人员和工人。

二、决策层

上述营销、产品开发、生产、供应、配送和支持等部门构成生产系统的实体，可归之为运作层。而生产系统的运作还要遵循企业的战略目标，所以，在生产过程运作层之上还有企业决策层，如图 1-4 所示。制订战略目标属于企业高层管理人员的决策职能，它指导着企业各个部门和运作过程中的所有决策。任何企业都应有战略目标，如 IBM 公司设定两个战略目标：在研究、开发和制造最先进的信息技术方面争创第一，把先进的技术变成用户的财富；Glode metallurgiad 公司提出以最优的质量和最低的制造成本提供产品和服务，争创硅金属和铁合金行业第一名；“联想”制订了 2005 年进入世界“Future 500”企业的目标；丰田公司“有路必有丰田车”的目标曾家喻户晓。这类目标的制订反映了经营者的价值观和经营理念。企业以利润驱动这个根本目标不会变化也不应该有变化，否则企业就不成为企业而是非营利组织或其他组织了，但是在处理短期赢利和长期赢利、企业效益和社会效益以及客户利益之间的关系方面，不同理念的经营者的会制订出不同的战略目标。从企业对社会的贡献而言，企业的战略目标则体现出企业的社会使命。企业战略目标和社会使命是同一内容而从不同视角来命名。这种具备社会使命性质的企业战略目标，不仅指导和鼓励企业员工的前进方向，而且实际指导着企业各个部门的决策。

在战略目标和各运作部门决策之间还存在企业经营战略和生产策略制订两个环节，企业经营战略是在变动的环境下达到战略目标的长期性的总体谋划。企业经营战略要在分析研究企业经营条件和核心能力的基础上才制订出来。经营条件指宏观环境，包括市场走势分析、竞争状况分析以及经济、技术和社会发展态势等。核心能力指企业自身在潜入市场方面所处的优势，可在不同的领域中反映出来，如生产自动化技术，熟练和敬业的劳动力队伍，新产品快速投产的能力，精干的销售队伍等。企业经营战略制订的主要目的是巩固企业的核心能力或建立新的核心能力，以扩大市场占有率。经营战略一旦制订出来，便要体现在企业的营销、生产、财务、研究开发、人事等各种管理功能的规划和实践中。

生产策略则是企业为了遵循经营战略在生产职能方面的长期谋划。这涉及到若干战略性的决策，如开发何种新产品，何时投入生产，需要哪些新设施，何种新生产技术和工艺以及如何规划生产等。然而，最重要的是生产策略要提出竞争优势重点。重点一旦确定，则有关产品、设施、生产技术等决策都会有明确的指导思路。

竞争优势重点可理解为企业扩大市场份额的主要途径，客户可以从企业的竞争优势重点中得到满足预期的需求。竞争优势重点项目包括低生产成本、快速发送和准时发送、高质量产品（服务）以及提高柔性，即快速调整生产以适应产品品种和产量变化的能力等。通常某个企业的生产系统不可能具备这些竞争优势项目的全部，比如说既具有很高的柔性，又同时能提供很低成本的产品。优势重点项目一旦确定，则生产系统将在此重点的导向下做出许多运作层次的决策。如以低产品成本为重点，注意力将放在改进产品设计、采用新生产技术、提高生产率、降低废次品和减少库存等方面。如以配送服务为重点，则要增加产品库存，改善配送方法和信息系统等。如选择高质量，则要改善结构，减少废次品，提高耐用和耐磨程度以及加强售后服务。如重点在提高柔性，则要改变生产类型，运用 CAD/CAM 等生产技术，减少在制品和增强生产能力等。

20 世纪 90 年代初，一份有关美国制造业的研究报告列出了 15 项竞争重点，并由企业主管去选定美国公司在全球竞争中的优势项目，结果证明美国公司的竞争优势主要在于产品可靠、性能好、废次品率低，这些都可归结为产品质量；其次是产品配送、产品支持、售后服务和到货及时。而劣势是新产品快速引入，快速产品设计以及产品品种和产量柔性等项目；产品价格也无优势。

希尔提出从“订单赢取”和“订单筛选”两方面来判断竞争优势重点。订单赢取项目系企业的竞争优势重点，反映该企业所提供产品和服务的差异性。产品价格低，质量高，性能可靠，更新快，送货及时等均可构成订单赢取因素。订单筛选则是从客户角度而言，指客户对于企业产品的筛选标准。企业要经常分析判断客户的“订单筛选”项目及其标准，如果只是注重“订单赢取”因素而忽略“订单筛选”因素，也同样可能失去市场。譬如，企业某种产品价格低廉、性能可靠，具有明显的竞争优势，但用户在产品的快速和准时发送和产品的规格多样性方面也会有基本的要求，如这些项目达不到客户“订单筛选”项目的标准，客户仍然不会因价格低廉和性能可靠就去购买这种产品。所以，生产策略最终要从订单赢取和订单筛选两方面来分析竞争优势重点以及对于企业业绩效果的要求。

三、生产过程规划的层次

竞争优势重点是企业战略目标和经营战略的体现，成为衔接决策层和运作层的关键信

息，指导着营销、研究开发、制造等各个管理功能部门的决策和运作。

从图 1-4 看，生产过程规划、计划和控制是在制造部门范围内发生的行为，实际上，生产过程规划和计划控制的职能并非制造部门本身就能承担的，生产过程规划要求决策层的企业高层管理者参与。如把生产过程实体看做是企业的“硬件”，规划和计划控制系统则是与之配套的“软件”。固然，离开软件，硬件将一事无成，但软件的开发却要 and 硬件相适应。规划和计划控制系统和企业的营销、设计、采购、配送等所有的管理功能以及企业物流信息流的构成都密不可分。特别是在敏捷竞争环境下，满足大量客户个性化和快速反应的需求，企业内部信息要由过去的串行传递，即由市场信息传给研究开发，再依次传给设计、生产、供应等，转变为并行传递，营销部门的信息直接同时传给设计、生产等各个部门，由定期沟通转为实时沟通。企业间的合作也必然日趋密切，虚拟组织把不同企业组织起来，就像在同一个组织完成产品生产一样。因此，对任何企业而言，生产某项产品都面临更为频繁的“自制或外购外包”的决策问题，一个制造部门的任务可能变成供应部门的任务，客户某项个性化需求可能促使制造部门向供应部门和支持部门实时提出新要求。总之，生产规划和计划控制活动落实在制造部门，但要做好这项工作，需要企业各个部门之间甚至企业之间的良好沟通和合作。相应地，需要掌握规划和计划控制知识及技术，了解企业整个生产系统，了解企业各个管理部门的职能。

制造部门的“生产过程规划”职能可以按时间跨度细分成如图 1-5 所示的四个层次。包括若干年内的长期规划、半年到两年之间的中期计划、数周到几个月的主生产计划以及生产作业计划和控制。各种规划和计划涉及的对象和范围也不同。长期规划涉及所有的生产线，一般由生产主管负责，称作长期能力规划部门。规划的主要内容有厂址及设施选择、生产规模和能力设定、自制或外购决策、主要资源供应商的选定、生产过程中生产流程和新自动化系统的选择等。中期规划面向产品族，称之为综合计划，由生产管理部门负责，主要涉及生产资源配置，编制各项资源计划，包括人力计划、库存计划、动力需求计划、材料供应计划和设备改造计划等。短期计划只管某一项产品，由工厂的生产管理人员负责，称之为主生产计划，规定各种零部件的生产数量及时限。再下层次便是设计生产现场的生产作业计划和控制系统，由制造部门的生产管理人员负责编制零件和部件的生产计划、材料采购计划和作业计划。生产作业计划系统旨在及时和精确地预计生产某项产品所需工时、材料和零部件以及相应的生产能力。然而，不论计划制订得多么准确，在生产过程实施中总不可避免各种偶发事件和干扰，引起生产运行结果和计划偏离，生产控制系统便是采集和分析生产过程的反馈信息，调度人力、设备等各种资源并采取纠正偏差的行动。

长期 (数年)	所有产品 生产线	长期能力规划	企业生产主管负责制订：设施决策、纵向集成度、过程规划
中期 (6~18个月)	产品族	综合计划	生产职能部门负责制订：人力计划、纵向集成度库存计划、动力需求、材料供应合同、设备改造计划
短期	某种产品	主生产计划	工厂作业管理人员负责制订：产成品数量及完成时间
	某种产品所需工时、材料 零配件和生产能力计划	生产作业计划 与控制系统	工厂作业管理人员负责制订：零部件生产计划、材料采购计划、作业计划

图 1-5 制造部门生产过程规划

主生产计划规定每种产品生产数量及时间表，生产作业计划和控制系统则计划和控制零件的加工和产品装配，安排生产过程所需的各种支持性工作，包括设备维修和质量保证等。生产作业计划和控制系统的设计有四种思路即水池式、推动式、拉动式和瓶颈式。

(1) 水池式：生产控制着眼于保持库存量以维持生产过程的正常进行，这种方式对供应商、客户及生产环境的动态信息需求相对较少。生产者可能不知道客户所需产品的时间和数量，许多装配完毕的产品实际上已有足够的库存，产品装配所需的零部件由在制品库提供。同样，原材料库提供足够储备供零部件制造。企业向供应商提交的原材料订单总是大于实际需求。水池式系统属于存货生产。在信息和通信技术发达的今天，这种生产计划和控制系统显得不够敏捷，只是有些企业在产品需求信息缺乏和需求随机的情况下才应用。

(2) 推动式：着眼于提前期信息，用以管理和控制物流。每批原材料提前准备好，按照零部件生产需求送货，继而零部件按产品装配需求提前加工完毕送往装配线，产品则按客户需求提前装配按期发送。每批原材料进入企业的仓库“后门”，推走原先那批原材料，类似地，后续生产阶段的新的一批在制品和成品推走原先一批在制品和成品。这一系列材料和物流进出由生产计划安排。规定各个生产环节何时应该产出多大批量的零、部件或产品。例如，一份订单要求4月30日运出产品A300台，设各阶段提前期均为一周，则生产计划中，总装应当安排在4月24日开始至4月30日为止，部件装配安排在4月17日至4月23日，零件加工在4月10日到4月16日期间，材料采购则需在4月3日至4月9日完成。简而言之，推动式是提前准备好材料和零件，按需求发送到下一个生产环节或仓库，按计划来推动生产过程的物流方式。推动式系统的计划与控制系统的成效取决于计划的精确性，而计划的精确性又取决于客户需求信息和提前期的精确性。推动式和注入式系统相比较，可以降低原材料和在制品的库存，提高人员生产率和机器设备的利用率，在工艺导向的生产过程中效果尤为显著。

(3) 拉动式：着眼于降低生产过程各个环节的储备量。推动式系统中各个生产环节关注上游生产环节送来的在制品或库存量并决定本环节生产什么，而在拉动式系统中各个生产环节则关注下游环节的需求，并且只是按此需求来确定本环节的生产数量和时间。产品直接从上游环节流向下游环节，各环节之间很少有库存。原材料和零件被下游环节拉出门，一直往前成为产品，到配送给客户手中为止。这种方式称谓甚多，普遍的说法是“准时制生产”(JIT)。准时制生产条件下，要求生产管理人员能及时有效地解决生产现场频繁出现的实际问题。由于取消在制品库，每种原材料都必须符合质量标准，每只零件都必须精确的按规定的到达规定的地点。同时，每台设备都不能出现故障，以免中断生产，破坏整个生产过程。所以，采用JIT方式生产的企业要和全面质量管理体系结合起来。在产品种类和数量稳定、重复生产标准产品的生产线上，采用准时制生产已有不少成功经验，但在单件小批生产情况下困难较多。

(4) 同步制造：同步制造的理论基础是哥德纳特提出的约束理论。该理论的主要出发点是，整个生产系统绩效取决于生产作业中的瓶颈环节。目前，企业编制计划常采用平衡各工序生产能力的办法，约束理论则认为生产能力不平衡是正常的，甚至比平衡更好。应该保持平衡的是系统中的物流而不是各工序的生产能力。瓶颈环节损失1h相当于引起整个系统损失1h，而非瓶颈环节节约1h对系统绩效并无实际意义。所以，制订计划和控制作业要首先识别约束环节即瓶颈和瓶颈作业，接着消除约束，继而识别新的约束，周而复始地改进系统。