



中国科学院规划教材

Industrial Engineering and Management

工业工程与管理

齐二石 霍艳芳 等 编著



科学出版社



中国科学院规划教材

Industrial Engineering and Management

工业工程与管理

齐二石 霍艳芳 等 编著

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书是作者在 20 余年研究累积、企业实践,并参考大量国内外案例、文献的基础上形成的关于工业工程理论与方法的本土化著作,初步提出适应我国本土化需求的工业工程理论和技术体系,及应用方式和案例,旨在为我国经济发展与企业竞争中遇到的现实问题提供系统化参考和可行的解决方案。全书共分为 8 章,第 1 章概要介绍工业工程的基本理论、产生动因与发展规律,并提出中国工业工程的理论体系与关键内容。第 2 章给出工业工程的基本思维与方法论。第 3~7 章,按照工业工程三大专业技术与方法的顺序,分章就主要专业技术进行阐述,包括工作研究、物流工程与管理、人因工程、生产运作的管理控制系统、系统分析及评价。第 8 章介绍现代工业工程理论的最新趋势与内容,包括精益生产、精益设计、IE 在非制造业的应用,尤其结合信息时代中国企业的现实特征,给出了“IE+IT”的信息化模式。

本书可作为工业工程、管理科学与工程相关领域的研究生、高年级本科生的教学参考书,以及相关学者和研究人员的参考书,也可供企业领导、工业工程师、咨询师和相关的管理实践者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

工业工程与管理/齐二石,霍艳芳等编著. —北京:科学出版社,2011
(中国科学院规划教材)
ISBN 978-7-03-032342-2

I. ①工… II. ①齐… III. ①工业工程-工程管理 IV. ①F402

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 186480 号

责任编辑:赵静荣 / 责任校对:陈玉凤
责任印制:张克忠 / 封面设计:上海番茄文化传播有限公司

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 9 月第一次印刷 印张:19 1/2

印数:1—2 000 字数:486 000

定价:45.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

自改革开放以来,经过 30 多年的飞速发展,中国已是名副其实的经济大国和制造大国,但还不能说是制造强国。本书将我国与欧美等西方工业强国进行仔细比较研究后发现,我国不但在产品开发、效率、质量、成本等方面与其有很大差距,实质上在管理基础、创新能力、发展路径和过程上也有很大差距。在制造领域,美国在 20 世纪初就在企业中广泛应用工业工程,因而企业效率大幅度提高并累积雄厚的管理基础,在 80 年代采用信息技术开创了 ERP (enterprise resource planning, 企业资源规划)、CIMS (computer integrated manufacturing system, 计算机集成制造)、AM (agile manufacturing, 敏捷制造)、MC (mass customization, 大规模定制) 等先进制造模式,加速了其制造能力的发展,这些成就是先有工业工程和而后继续发展的结果。相比之下,我国改革开放后开始发展经济,到 20 世纪 90 年代才开始研究工业工程,自然地,我们的企业去推进 ERP、CIMS 等必然缺乏必要的基础,效果不佳情有可原。而日本也沿着美国工业发展的轨迹发展,在 20 世纪 50 年代引进美国的工业工程,消化吸收并进行本土化改造,40 年后,开创了丰田生产方式(即精益生产方式),后来居上,在汽车、电子等领域赶超美国,它们也是紧紧抓住工业工程这个关键。我们还可容易地发现中国台湾、韩国、新加坡等亚洲发达国家和地区,与美欧日在制造业发展的技术路线方面惊人地相似。

我国自 20 世纪 90 年代开始推广、研究工业工程以来,发展迅速、效益显著,而且发展呈现了一种从南向北、从东向西和从外资、合资企业向民营、国有企业发展的轨迹,这和我 国改革开放后经济发展的轨迹完全相符。这说明工业工程在经济发展中具有不可替代的作用。经济发展的需求选择了工业工程,而工业工程又为经济发展提供了有效的理论和创新方法。在当今国际的系统创新领域,工业工程是必修课。

工业工程的作用突出表现在三个方面。第一,它是科学技术与科学管理的集成理论,因而对工业技术和企业管理的集成效益起着非常重要的作用。第二,工业工程是各种产业中有效提高效率、降低成本、提高质量的理念来源和技术方法支持。国际上成功的管理模式,像丰田生产方式(精益生产)、六西格玛管理,甚至敏捷制造、集成制造、网络制造等,无一不是以工业工程为基础和支撑的。工业发达国家的经验证明,任何新的管理创新模式都是以工业工程为基础的,最典型的例证就是丰田生产方式。丰田生产方式的创始人大野耐一在他的著作中这样说:“什么是丰田生产方式?就是丰田式工业工程。”第三,现代工业工程又十分强调人在组织和系统中的作用,在系统设计与管理中处处体现人本主义思想,和企业文化等相互融合。

正因为上述三大特点和工业化国家的发展历史,我国在工业化过程中和经济转型发展过程中,无论是效率、成本、质量问题,还是资源、节约、环保、循环经济,乃至区域经济的建设和发展,都需要工业工程理论和方法。

我国已成为世界第二经济大国，但人均效益等并不占优势。如果我们及时调整原来粗放式发展模式，按党中央提出的转变经济增长方式，加速管理创新，大力研究本土化工业工程，在企业中抓效益而不是仅仅抓产值，经过十几年的努力，我们在制造业中创造什么奇迹都不足为怪。现在更是在制造业中大力推广工业工程的大好时机，而且工业工程不仅仅能应用于制造业，在交通、服务、建筑、医疗、政府管理等各行各业中都能起到降低成本、提高效率和质量及环保的作用。

本书在作者 20 余年的研究累积、企业实践，并参考大量国内外案例、文献的基础上，初步提出适应我国本土化需求的工业工程理论和技术体系，及应用方式和案例，以求为我国工业工程的理论和实践添砖加瓦，为筑建中国工业工程理论和实践的大厦作出应有的贡献。尽管目前市场上已有若干套大学本科的工业工程教材，但适合我国企业本土化的系统理论与方法的专著还很缺乏。本书就是为了满足这种需求而编写的。

本书共 8 章，按照工业工程三大技术体系来安排各章内容，在总结工业工程在发达国家发展的历程、作用与体系的基础上，结合我国国情和企业的需求特征编写而成。全书由齐二石教授（第一、二章），霍艳芳副教授（第三、四、五章），毛照昉副教授（第六章），李晓梅老师（第七章）和刘亮老师（第八章）共同编写，由齐二石教授和霍艳芳副教授主编。

本书参考了部分专家学者的研究成果，在此一并表示感谢。书中内容如有不妥之处，请同行给予批评指正。

作 者

2011 年 3 月于天津大学

目 录

前言

第一章 工业工程概述	1
第一节 工业工程的含义及内容	1
一、工业工程的概念	1
二、工业工程的目标	2
三、工业工程的作用	3
四、工业工程的功能与内容	4
五、工业工程学科的性质	6
第二节 工业工程的产生与发展	6
一、工业工程产生与发展的三大动因	6
二、工业工程发展简史	7
三、现代工业工程发展趋势	11
第三节 中国工业工程的本土化实践	12
一、中国工业工程的理论体系	13
二、CIE 研究的若干关键问题	19
三、CIE 应用、实践及案例分析	21
四、总结	24
第二章 工业工程方法论	25
第一节 工业工程的思维方式	25
一、经营思维	25
二、生产思维	25
第二节 工业工程方法论体系	26
第三节 工业工程的共性技术	28
一、工业工程标准符号	28
二、系统分析与系统设计	28
三、发现问题的 5W1H 提问技术	30
四、实现改善的 ECRS 原则	31
五、系统图表法	33
六、创新性技术	34
第四节 工业工程的实施原则与程序	35
第三章 工作研究	38
第一节 方法研究概述	38

一、方法研究的概念与技术体系	38
二、方法研究的基本程序及分析原则	40
第二节 方法研究技术之一——程序分析	41
一、工艺程序图	41
二、流程程序图	43
三、线路图	45
四、线图	45
第三节 方法研究技术之二——操作分析	46
一、人机操作程序	46
二、联合操作分析	49
三、双手操作程序图	50
第四节 方法研究技术之三——动作分析与动作经济原则	53
一、动作分析概述	53
二、动素的名称、定义及形象符号	54
三、动作经济原则	55
第五节 作业测定概述	57
一、作业测定的概念与主要方法	57
二、标准时间及其构成	58
第六节 作业测定技术之一——时间研究	59
一、时间研究的含义	59
二、时间研究的方法与步骤	59
第七节 作业测定技术之二——工作抽样	64
一、工作抽样原理	64
二、工作抽样的步骤	66
三、工作抽样的应用	69
第八节 作业测定技术之三——PTS法	71
一、PTS法概述	71
二、MOD法	72
第四章 物流工程与管理	78
第一节 设施选址	78
一、设施选址的考虑因素	79
二、设施选址的方法	79
第二节 设施布置	82
一、设施布置概述	82
二、设施布置的基本形式	84
三、设施布置的一般方法	85
第三节 物料搬运系统	94

一、物料搬运概述	94
二、物料搬运的活性理论	96
三、物料搬运系统分析设计方法	98
第四节 物流管理	99
一、物流管理概述	99
二、物流组织结构	101
三、物流战略管理	105
四、物流系统绩效评价	109
第五节 器具与设备	117
一、物流仓库设备	118
二、装卸搬运机械	119
三、集装单元器具	122
四、自动化立体仓库	124
第六节 物流信息系统	126
一、物流信息系统的概念及其功能	126
二、主要物流信息系统	127
三、现代物流信息技术	128
第五章 人因工程	132
第一节 人因工程概述	132
一、人因工程定义	132
二、人因工程的研究任务和范围	133
三、人因工程的研究内容	134
第二节 人的生理特征与心理需求	134
一、劳动过程对人体的影响与劳动强度	134
二、人体感知及其特征	136
第三节 作业能力与作业疲劳	137
一、作业能力的动态分析	138
二、作业疲劳及其测定	138
三、提高作业能力和降低疲劳的措施	140
第四节 人体测量	141
一、人体测量的数据处理	141
二、作业姿势	142
三、人体测量数据的应用——作业椅与工作台	143
第五节 环境	145
一、环境照明	146
二、声音环境	146
三、色彩调节	147

四、气体环境	148
五、振动环境	148
六、微环境	148
第六节 人机系统总体设计	149
一、人机系统设计的概念	149
二、人机系统的总体设计过程与内容	150
三、人机系统安全性设计	150
四、人机系统的失效树分析评价法	151
第六章 生产运作的管理控制系统	154
第一节 生产计划控制	156
一、生产方式的演进	156
二、生产计划模式与方法	157
三、生产计划驱动下的生产制造系统模块	164
四、生产制造控制的关键技术	166
第二节 质量控制	179
一、质量管理概述	179
二、全面质量管理	185
三、质量控制方法与技术	189
四、六西格玛质量管理	193
第三节 成本控制	197
一、成本管理概述	197
二、成本结构	202
三、成本核算方法	206
四、成本控制方法	209
五、供应链成本管理	211
第七章 系统分析及评价	215
第一节 系统的可靠性	215
一、系统可靠性概述	215
二、可靠性分析	215
三、可靠性优化设计	217
第二节 工程经济分析	220
一、工程经济分析概述	220
二、工程经济分析的基本要素	223
三、资金时间价值	225
四、投资方案评价的指标与方法	232
五、多方案比较选优	238
第三节 系统常用评价方法	241

一、评价方法概述	241
二、评价方法介绍	243
三、各种评价方法的集成综合应用	255
第八章 现代工业工程理论的发展	258
第一节 21 世纪的工业工程技术	258
一、21 世纪工业工程应用的新背景	258
二、工业工程与企业管理创新	259
三、现代制造中的工业工程技术	261
四、新兴科学技术与现代工业工程的发展	265
第二节 从精益生产到精益设计	267
一、精益生产哲理与技术体系	268
二、精益物流	278
三、精益设计	281
第三节 工业工程与企业信息化——IE+IT	285
一、工业工程对企业信息化建设的重要支撑作用	285
二、两平台理论：管理平台与信息平台的匹配及其融合	289
三、IE+IT：工业工程与信息化集成的企业管理创新模式	293
第四节 工业工程在非制造领域的应用	295
参考文献	299

第一章 工业工程概述

20 世纪前 30 年中，美国人创造并运用工业工程（industrial engineering, IE）技术和方法，因而迅速发展并强大，在短时间内超过西欧各国而成为世界第一工业大国、经济大国和军事大国。质量大师朱兰（J. M. Juran）认为，美国打赢第一次世界大战，又打赢第二次世界大战，靠的就是工业工程，美国值得向世界夸耀的也是工业工程。20 世纪 30 年代，日本的人均劳动率大约只有美国人均劳动率的九分之一，当从 50 年代开始学习和持续应用工业工程后，到了 80 年代，人均劳动率变成美国的 10 倍，30 多年时间里增长了近 50 倍，这使日本从战败中崛起，成为世界第二大经济强国，其汽车、电子、机械、钢铁等产品以质量取胜，销往欧美和世界各地，对美国、德国等工业强国形成巨大威胁。在过去的 20 多年时间里，日本的丰田生产方式（Toyota production system, TPS）——后被称做“精益生产”（lean production, LP），成为带动全球几乎所有产业变革的巨大力量。此间，德国、以色列、韩国、新加坡、中国台湾、中国香港等发达国家和地区也通过工业工程应用实践获得巨大成功。20 世纪 90 年代，美国再次掀起以质量为中心，兼顾效率、成本、环境的工业工程热潮，并通过提升企业文化来提高工业、国防、军事和服务业的运作能力，试图从日本、韩国、德国手中争夺失去的国内和国际市场，敏捷制造（agile manufacturing, AM）就是该背景下的产物，该体系被视为 21 世纪最有竞争力的制造管理模式。随着工业工程理论与应用的不断深入，工业工程在解决管理问题、提高产业发展能力方面具有的重要作用已经越来越得到社会各界的广泛认可。

第一节 工业工程的含义及内容

一、工业工程的概念

美国工业工程师学会（American Institute of Industrial Engineering, AIIE）对工业工程的定义（1955 年）是：工业工程是对人员、物料、设备、能源和信息所组成的集成系统进行设计、改善和设置的一门学科。它综合运用数学、物理学和社会科学方面的专门知识和技术，以及工程分析和设计的原理和方法，对该系统所取得的成果进行确定、预测和评价。

美国工业工程师协会的这一定义，强调了工业工程在如下四方面的基本特征：首先，工业工程是一门管理与技术的集成学科，是用工程和技术方法解决管理问题的一种管理技术。其次，工业工程的研究对象是由人员、物料、设备、能源、信息等所构成的各种生产、经营管理的整体系统，并且不局限于工业生产领域。再次，工业工程学科的基础具有多样性与交叉性。工业工程所采用的理论与方法来自于数学等自然科学和社会科学中的专门知识和工程学中的分析、规划、设计等理论与技术，特别是系统工程的理

论与方法。最后,从本质上讲,工业工程的基本职能是对企业等整体系统进行设计、改善、控制、评价。

同样,世界其他组织也根据工业工程的上述特征,并结合本国需要,给出了类似的定义。

我国香港和台湾地区的工业工程学者认为,工业工程就是用工程技术的方法来解决管理问题,而工业工程师就是企业的“医生”。这非常形象地阐明了工业工程对企业管理的重要作用。

美国工程师协会认为,工业工程是工程学中一个专业。它是一个涉及设计、改进和实现包括人员、材料、设备及能源在内的完整体系的工程专业。它从数学、自然科学与社会科学中吸取有关的专业知识,并运用工程设计与分析的原理与方法,以确定、设计及评价由此系统所得到的效果。

日本工业工程协会认为,工业工程是从事把人、原材料、设备作为一个整体去发挥其功能的科学;进行经营管理系统方面的设计、改善与设置工作。为了规定、预测、评价经营管理系统成果,运用数学、自然科学、社会科学中的特定知识,同时使用技术分析与归纳的原理与方法。

英国工业工程视察团给出的定义为:工业工程是将基础科学、工业知识和方法,在工业企业与其他领域中应用的技术,为了提高生产效率,为了研究某项政策对其他政策的经济有利性,要对工具准备建立适当的程序。为达到上述目的,它必须经常将成果和成本结合起来考虑。因此,工业工程是经营技术部门的活动,应注意处理下列有关问题:决定产品、设计产品、标准化、成本分析、生产方式、生产管理、设备配置、运输管理、工具设计、设备管理、动作与时间研究、奖励与工资、合理化建议及人与人的关系等。

考虑到工业工程的共同特征和我国当前工业工程发展的需要与环境,本书给出定义:工业工程是一门以系统效率和效益为目标的工程技术,对涉及人、物料、设备、信息、能源等要素组成的生产与服务系统进行集成规划、设计、改善、控制、评价和创新,它应用自然科学、数学、社会科学,特别是工程技术的理论与方法,来追求系统的效率、成本、质量、环保等指标的改善与优化,并可用于工业、农业、服务业等多种产业系统。简言之,工业工程就是以各种产业组织整体系统作为研究对象,为解决管理效率、质量和成本等管理问题的工程技术体系,也可称为管理技术。

二、工业工程的目标

如前所述,企业经营的目标是提高生产率,即提高作业系统的转换效率,以最小的投入获得最大的产出。而工业工程就是支持高转换效率的一门管理技术,其目标就是使生产系统投入要素得到有效利用,同时降低成本、保证质量和安全、提高生产率、获得最佳效益[TCQSEP——T是指时间(time)或效率,C是指成本(cost),Q是指质量(quality),S是指服务(service)和安全(safety),E是指环境(environment),P是指产品(product)或生产力(productivity)],如图1-1所示。具体讲,它就是通过研究、分析和评估,对制造系统的各个组成部分进行设计(包括再设计,即改善),再将各个组成部分恰当地综合起来,设计出系统整体,以实现生产要素合理配置,优化运

行, 保证低成本、低消耗、安全、准时、高效地完成生产任务。它追求的是系统整体的优化与提高。

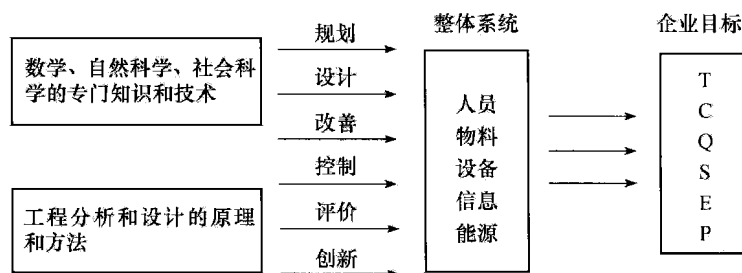


图 1-1 工业工程的目标

三、工业工程的作用

一般来讲, 在生产和组织活动中存在两种工程技术: 一种是专业工程技术, 如机械工程、电子工程、化学工程等; 一种是工业工程。两者的功能作用不同, 但两者的有机结合对组织(企业)生产效果的影响极大, 缺一不可。

专业工程技术以产品生产的工艺、设备、材料等为研究对象, 是系统生产力实现的基本工程条件。而工业工程是另外一种不同的工程技术, 它是对系统给定的工艺、设备、产品(含在制品)以及人员、信息等要素, 进行有效组合配置, 从而实现组织效率、质量和成本要求的工程技术, 也是支持系统生产力充分发挥和实现的工程方法。只有将专业工程技术与工业工程技术最佳整合的组织, 才能最大程度地实现组织目标。

清竹清华大学陈茂生教授曾经形象地用“水桶”来形容工业工程与专业工程技术的关系: 将生产力比作水桶中的容量(D), 专业工程技术比作水桶的一个提耳(A), 而工业工程应是另一个提耳(B), C 为管理。管理目标是多提水, 但如果缺乏工业工程, 水桶只有一个提耳(A), 技术上再下工夫, 最多也只能提出半桶水, 不可能提满水, 如图 1-2 所示。这就是陈茂生的“水桶理论”。它形象地表达了工业工程对企业管理发展重要作用。

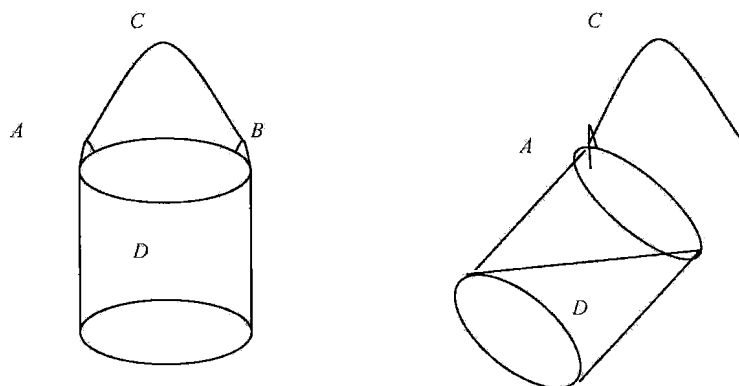


图 1-2 工业工程与一般专业工程技术及管理的关系

在两种技术的共同作用下,美国、日本以及欧洲发达国家的经济取得了突飞猛进的发展。以美国为例,其生产率始终处于世界领先地位,这与工业工程广泛应用于各个领域产生很高的经济效益和社会效益直接相关。正是依靠工业工程创造的大批量流水组织方式,美国汽车产业才能一举战胜技术与设计能力先进的欧洲公司。据统计,自1889年以来,美国生产率一直保持以平均每年2.5%的速度增长,这种增长使美国财富每隔30年便翻一番。在这每年2.5%的增长中,劳动力素质的提高的贡献是0.5%,大量投入资本的贡献是0.4%,而管理创新的贡献是1.6%(20世纪初管理领域最重要的创新就是工业工程),占整个生产率增长的64%。正因为如此,才产生了朱兰博士“美国最值得向全世界夸耀的东西就是工业工程”的论断。

同样的,日本也是依靠工业工程实现了第二次世界大战后的经济复苏和快速发展。起初,面对日本与美国生产率上所体现出来的巨大差距,丰田公司的大野耐一认为:“日本人肯定在什么地方存在着很大的浪费,只要杜绝其中浪费,生产率就会提高九倍。”基于这一想法,他在系统考察了美国经济成功的经验的基础上,结合日本经济文化特点,创造性地将工业工程与日本文化结合起来,形成具有日本文化特征的新的生产组织方式,这就是丰田生产方式。从石油危机的20世纪70年代开始,日本在汽车和家电等许多产业超过美国,一跃成为世界第一制造大国。日本成功的关键就是其独特的管理创新理论——丰田生产方式。而大野耐一对丰田生产方式作出了最精炼的解释:“丰田生产方式其实就是丰田式的工业工程。”

这两个实例给我们以启示:无论是在买方市场还是在卖方市场的环境下,管理的基础、效率、成本始终是企业竞争的资本,这个积累过程不能省略,它是企业提高竞争力的基础,而工业工程是支持企业管理目标实现的最基本的哲理和技术手段。西方是按此规律发展起来的,日本、中国台湾、韩国、中国香港也是这样走过来的,我们也不可能例外。泰勒制及后来发展的工业工程是经济发展过程中实现管理现代化所不可缺少的内容与阶段。

四、工业工程的功能与内容

工业工程本质上是用工程的方法解决管理问题的一门学科。法约尔定义了管理的基本职能为计划、组织、指挥、协调和控制。作为管理活动和目标实现的基本技术,工业工程的基本功能显然应该与管理的基本职能存在一致性。如前所述,工业工程的基本功能是“研究人员、物料、设备、能源、信息所组成的集成系统,进行设计、改善和设置”。针对一个企业系统,工业工程的具体功能表现为规划、设计、计划、控制、分析/评价、改进/创新六个方面,其基本内容如图1-3所示。

(1) 规划。规划是指确定一个组织在未来一定时期内从事生产所应采取的特定行动的预备活动,包括:总体目标、方针政策、战略和战术的制订,也包括分期(短期、中期、长期)实施计划的制订。它是协调资源利用,以获得最佳效用的工具。工业工程从事的规划侧重于技术发展规划。

(2) 设计。设计是指为实现某一既定目标而创建具体实施系统的前期工作,包括系统方案设计,技术准则、规范、标准的制定,最优方案选择和蓝图绘制。与一般专业技

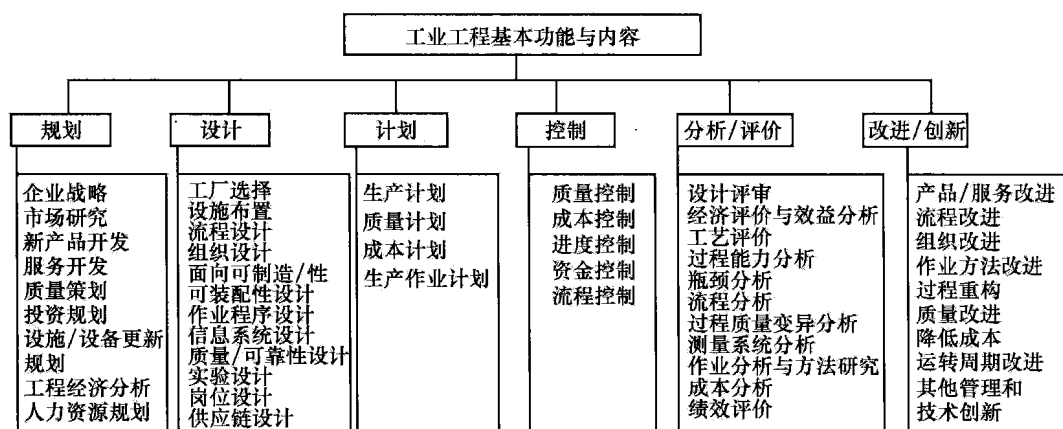


图 1-3 现代工业工程的主要内容

术的设计（如机器设计）不同，工业工程的设计侧重于工程系统设计，包括系统总体设计和部分设计、概念设计和具体工程项目设计等，通常不涉及具体专业内容的研究，而是注重资源的更合理配置。

（3）计划。计划与控制是系统实施设计方案并使之有效达到预期目标的相互依赖的重要途径。作为管理的重要职能，计划就是为了实现预定目标预先确定要去做什么、怎么做、什么时候做、由谁去做的一种程序，计划是控制的依据。

（4）控制。而控制是指按照主体的意愿使事物向预期发展，是通过对比发现做到了什么和要做到什么，并且对发现的偏差采取改正措施，从而使目标得以实现的手段。计划与控制是相辅相成的，控制是实现计划的手段。工业工程的计划与控制方法通过科学的手段来管理和控制事务（如生产）运行和发展过程，以实现其目标，如生产计划与控制、质量管理等都是工业工程关于计划与控制的基本工具。

（5）分析/评价。分析/评价是指对现存的各种系统、各种规划和设计方案以及个人和组织的业绩作出是否符合既定目标或准则的评审和鉴定活动，包括各种评价指标和规程的制定及评价工作的实施。分析/评价是制定科学管理决策的基础，PDCA（plan do check action）循环为管理活动的开展和有效控制提供了基本的思维模式，其中 A（action）作为最重要的一个阶段，起到承上启下、促进不断循环的作用。工业工程的分析/评价是为高层管理者的决策提供科学依据，避免决策失误的重要手段。

（6）改进/创新。改进/创新是指对现存各种系统的改进和创新提出崭新的、富于创造性和建设性见解的活动。任何一个系统，不论是一种产品、一条生产线、一个企业，还是一个产业部门，都将随着时间推移而耗损老化，乃至失效衰亡，只有通过创新时期获得新的生命力，才能够保证企业的长久发展。所以，创新是维护和发展的的重要途径。

这六项功能相互支持，相互依存，承上启下，共同支持组织管理目标的实现。工业工程在企业的应用非常广泛，对从市场研究直至产品销售和使用的全生命周期应用工业工程都可实现高水平配置资源、提高生产效率并起到系统维护的作用。图 1-4 表示了建设、生产、营销等企业活动与工业工程活动及其部分关系。

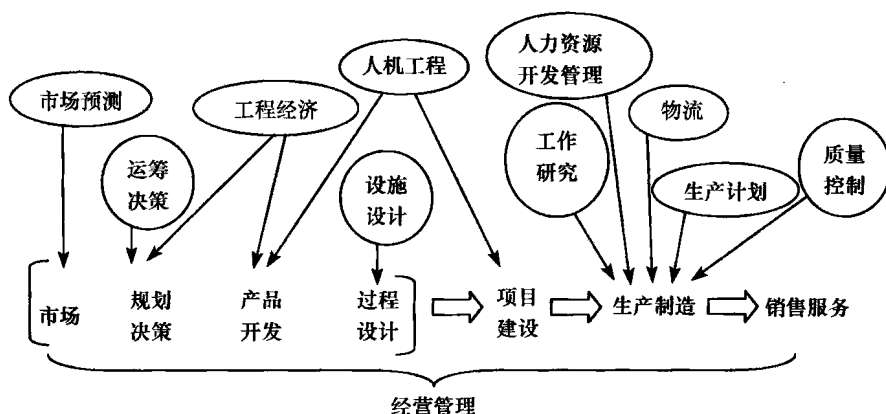


图 1-4 工业工程在企业中的应用模式

五、工业工程学科的性质

工业工程是一门工程技术与管理交叉性学科，在组织中作为管理与工程技术的桥梁，它实现了对给定资源的有效配置。

按学科分类，国外许多国家把工业工程列入工程学范畴，也有的列入管理学范畴，这是因为工业工程具有鲜明的工程属性。和其他工程学科一样，工业工程具有利用自然科学知识和其他技术进行观察、实验、研究、设计等功能和属性。在一些国家的大学里，工业工程设置在工学院中，工业工程专业学生要学习大量的工程技术和数学方面的课程，被培养成为工程师。然而工业工程又不同于一般的工程学科，它不是单纯的工程技术。从工业工程的定义和范畴可以看出，它不仅包括自然科学和工程技术，也包括社会科学和经济管理知识的应用。所以工业工程是一门边缘学科。由于工业工程起源于科学管理，为管理提供方法和依据，具有管理特征，也经常被当做管理技术。总体上讲，工业工程是管理与工程的集成技术。我国教育部将工业工程专业设在管理学门类中管理科学与工程的一级学科下的二级学科，可以授管理学位，也可授工学学位。

第二节 工业工程的产生与发展

一、工业工程产生与发展的三大动因

管理理论和管理技术是在商品经济的经济形态下，科学技术和生产力发展到一定阶段的产物。科学技术、生产力发展和经济形态是管理发展的三大动因。可以说，商品经济提供了管理发展的环境，科学技术发展提供了管理科学发展的理论与技术基础，而社会生产力发展水平与需求始终是决定管理发展走向的最重要因素。正是在三大动因的不断累积与协调发展中，新的管理哲理与管理技术不断产生和向前发展。

(1) 社会经济形态的演进。科学管理产生于商品经济环境下，商品经济是管理产生和成长的沃土。商品经济是一种有效利用资源的社会生产力与科学技术快速发展的开放式经济，促使人类社会更加有效地利用资源和新的科学与工程技术的成果。只有在商品

经济环境下,才会产生专门从事物质生产的制造部门,才会有为了追求低成本高效率以赢得竞争优势而不断进行企业创新的需求。因此商品经济是科学管理产生的最基本条件。

(2) 科学技术的发展。蒸汽机、电动机、计算机与信息技术是工业革命以来科技发展的三种代表性技术,每种技术的应用都极大地解放了人力,也带来了新的管理技术的产生与应用。蒸汽机的产生,使社会分工成为必然;电动机技术为社会化大量生产提供了有力支持;而今天以计算机为代表的信息技术对社会生产和企业制造的组织、管理方式都提供了新的概念、理论、技术和方法,实现了管理发展的新飞跃。

(3) 社会生产力的发展。按照生产方式的不同,社会生产力可以分为手工作坊与工场手工业生产、大批量流水与成批生产、多品种小批量三种生产模式。生产系统越来越复杂,管理难度不断提高,管理理论与技术也始终为适应不同社会生产力环境下的企业管理需求而不断发展。“互换性方式”通过规定各零件的公差,奠定了合理化、专业化、机械化、简单化、标准化的基础;分工理论使生产方式从作坊式生产发展到大批量流水生产;时间研究、吉尔布雷斯的动作研究,甘特的计划控制图,及之后发展起来的质量管理、工厂布置、生产计划与控制等工业工程技术的应用,对提高生产效率的作用十分明显。而信息时代生产模式的多品种小批量需求,又促进了业务流程重组(business process reengineering, BPR)、成组技术、准时化(just in time, JIT)、制造资源计划(manufacturing resource planning, MRPII)、柔性制造等现代管理技术的产生与广泛应用。

图 1-5 粗略表示出了三大动因的发展水平与管理科学发展阶段之间的对应关系。显然,在商品经济环境、科学技术发展、社会生产力发展三大因素的共同作用下,管理科学产生和不断发展和完善。并且,随着管理科学的发展,市场逐步从卖方市场向买方市场过渡,商品供应日益丰富,消费需求变化加快,个性化商品的需求强度加大,消费者对产品的性能,质量要求越来越严格,对产品价格、交货周期与交货可靠性要求越来越苛刻。这也对管理科学的进一步发展提出了新的要求。

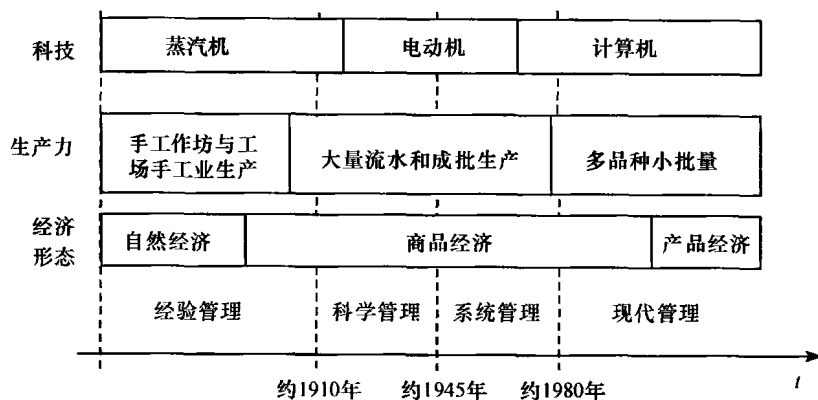


图 1-5 管理科学发展的动因理论

二、工业工程发展简史

1911年,“科学管理之父”F. W. 泰勒出版《科学管理原理》(*The Principle of*