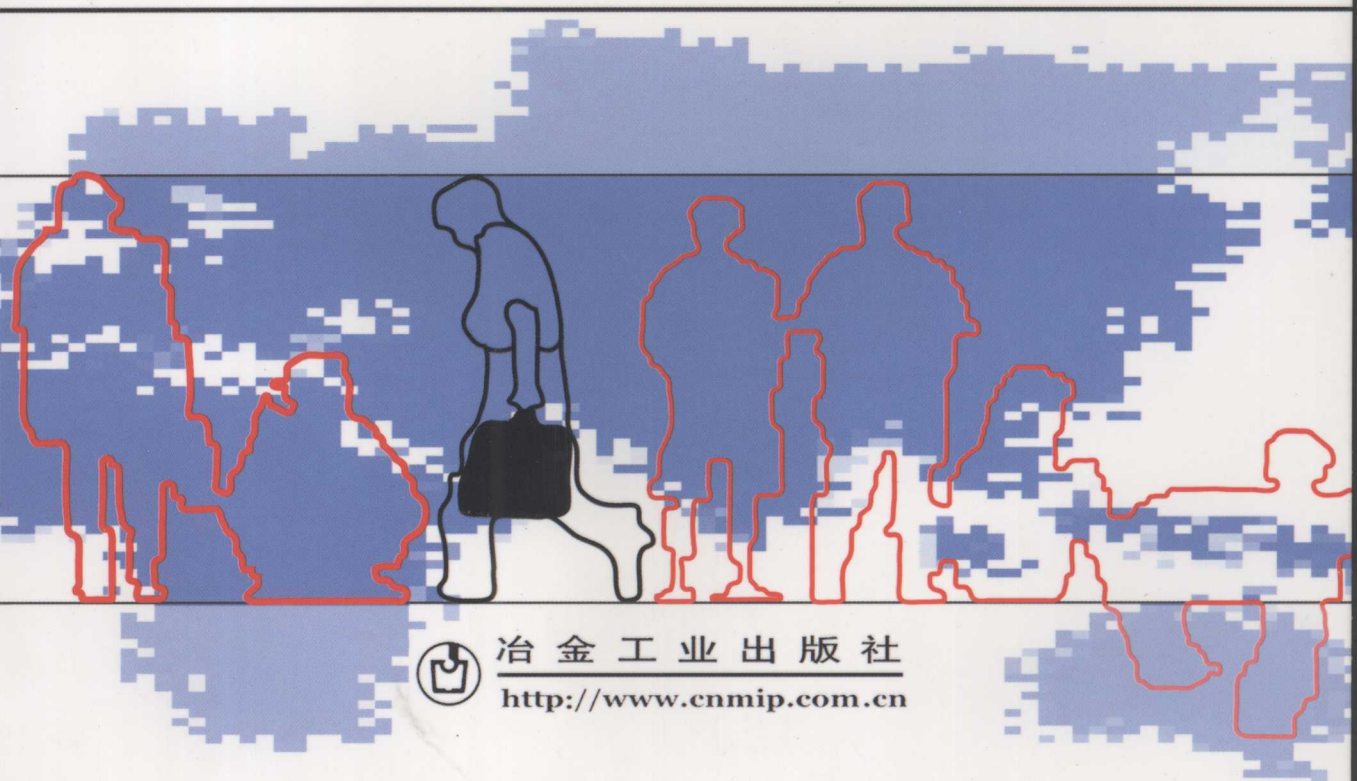


# 工业工程与系统仿真

Industrial Engineering & Simulation

程 光 邬洪迈 陈永刚 编著



冶金工业出版社

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

# 工业工程与系统仿真

程 光 邬洪迈 陈永刚 编著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2007

## 内 容 简 介

全书共分十四章，主要内容为工业工程导论、物流与供应链管理、生产管理、系统仿真技术、仿真软件 Flexsim 简介、多产品单阶段制造系统仿真与分析、产品测试工艺仿真与分析、多产品多阶段制造系统仿真与分析、单品种流水线系统仿真与分析、混合流水线系统仿真与分析、虚拟邮局仿真与分析、垃圾回收场仿真与分析、配送中心仿真与分析、配货系统仿真与分析。

本书可作为大专院校研究生、本专科工业工程和物流管理等相关专业师生的教材或参考用书，也可作为各类工商企业生产经营管理人员的学习参考书。

著 者 陈 永 刚 编 者 程 光 洪 迈 洪 迈

### 图书在版编目 (CIP) 数据

工业工程与系统仿真/程光, 邬洪迈, 陈永刚编著.  
—北京: 冶金工业出版社, 2007.6  
ISBN 978-7-5024-4014-5

I. 工… II. ①程…②邬…③陈… III. 工业工  
程—系统仿真 IV. F402

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 084647 号

出 版 人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)  
责任编辑 马志春 封面设计 王婧菁 版面设计 张 青  
责任校对 符燕蓉 李文彦 责任印制 牛晓波  
ISBN 978-7-5024-4014-5

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2007 年 6 月第 1 版, 2007 年 6 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 16.5 印张; 399 千字; 254 页; 1-2500 册

45.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号 (100711) 电话: (010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

# 前 言

工业工程 (Industrial Engineering, 简称 IE) 起源于美国, 在国际上有近百年的历史。它是一个影响相当广泛的综合性、交叉性、反映技术与管理相结合的复合型学科。它的内涵与外延, 仍然在不断发展。英文中的 Industrial, 不仅包含中文所说的工业的含义, 还包含产业的含义, 即包含了工业领域外的交通、服务等多种产业部门的意思。工业工程是研究由人、物料、设备、能源和信息所组成的综合系统的设计、改善和设置的工程技术。它应用数学、物理学等自然科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来确定、预测和评价由该系统可得到的结果。

在运用工业工程的知识进行实际系统分析时, 系统仿真是一种行之有效的办法。系统仿真是利用系统模型在仿真的环境和条件下, 对系统进行研究、分析和试验的方法。系统仿真的目的在于利用人为控制的环境条件, 改变某些特定的参数, 观察模型的反应, 研究真实系统的现象或过程。系统仿真方法是一种间接的研究方法。

本书是从事工业工程和物流管理等相关专业人员进行系统仿真学习的教材或工作的参考书。本书以企业实际系统为研究对象, 涉及的内容都是工业工程和物流管理工作中常见的各种典型系统。希望通过本书的学习, 能够对工业工程与物流及其系统仿真的应用有一个较为全面的了解, 包括基本概念、分析的基本方法、基本手段, 为进一步解决实际工作中遇到的问题打下基础。

本书由程光 (北京联合大学)、邬洪迈 (北京联合大学)、陈永刚 (林森科技有限公司)、余艳 (清华大学)、常军乾 (北京联合大学)、马啸飞 (北京联合大学)、孙静 (北京联合大学)、王婧菁 (北京联合大学)、韩亚静 (北京联合大学) 等编著。

由于本书所涉及的知识及范围较广, 同时该专业发展较快, 加之编著者水平有限, 书中不当之处, 欢迎读者指正。

程 光 邬洪迈 陈永刚  
2007年2月于北京

33	.....	3
33	.....	3.1
33	.....	3.1.1
33	.....	3.1.2
33	.....	3.1.3
33	.....	3.1.4
33	.....	3.2
33	.....	3.2.1
1	<b>1 工业工程导论</b> .....	1
1	1.1 工业工程的产生及发展 .....	1
2	1.1.1 工业工程的发展过程 .....	2
3	1.1.2 工业工程发展史上的重要人物 .....	3
6	1.2 工业工程的研究对象及内容 .....	6
8	1.2.1 国内外从事工业工程的学会组织 .....	8
8	1.2.2 目前的主要学术期刊 .....	8
9	1.3 工业工程的理论体系及研究对象 .....	9
9	1.3.1 效率与人因工程 .....	9
12	1.3.2 生产及其制造系统工程 .....	12
12	1.3.3 现代经营工程 .....	12
13	1.3.4 工业系统工程 .....	13
13	1.4 工业工程在中国的发展 .....	13
15	<b>2 物流与供应链管理</b> .....	15
15	2.1 物流基本知识 .....	15
15	2.1.1 物流的产生及发展 .....	15
17	2.1.2 物流的研究对象及行业组成 .....	17
19	2.1.3 物流的基本概念 .....	19
21	2.2 物流系统和物流管理 .....	21
21	2.2.1 物流系统 .....	21
25	2.2.2 物流管理 .....	25
25	2.3 物流的发展趋势 .....	25
25	2.3.1 第三方物流 .....	25
25	2.3.2 电子商务物流 .....	25
26	2.3.3 一体化物流 .....	26
26	2.4 供应链管理 .....	26
26	2.4.1 供应链管理概述 .....	26
29	2.4.2 供应链的设计原则和步骤 .....	29
31	2.4.3 供应链的设计方法 .....	31
31	2.5 案例 .....	31

<b>3 生产管理</b> .....	33
3.1 生产管理概论 .....	33
3.1.1 生产管理的发展简史 .....	33
3.1.2 生产管理的概念与特点 .....	35
3.1.3 生产管理的内容 .....	39
3.1.4 生产管理的作用与意义 .....	39
3.2 生产管理分析 .....	41
3.2.1 生产管理案例分析 .....	41
3.2.2 中国现代制造业面临的机遇与挑战 .....	50
3.3 生产管理的发展趋势 .....	51
3.3.1 “以人为本”的经营管理理念 .....	52
3.3.2 经营方针的战略化 .....	53
3.3.3 生产过程的最优化趋势 .....	53
3.3.4 生产组织的动态化发展 .....	54
3.3.5 信息化在生产管理中正发挥主导作用 .....	55
<b>4 系统仿真技术</b> .....	56
4.1 系统仿真概述 .....	56
4.2 系统、模型和仿真 .....	57
4.2.1 实际系统实验与系统模型实验 .....	58
4.2.2 物理模型与数学模型 .....	58
4.2.3 解析解与仿真 .....	58
4.3 仿真的类型 .....	59
4.3.1 离散事件仿真 .....	59
4.3.2 连续仿真 .....	61
4.3.3 混合仿真 .....	62
4.4 仿真步骤 .....	62
4.4.1 形成问题及研究计划 .....	63
4.4.2 收集数据, 定义模型 .....	63
4.4.3 概念模型是否正确 .....	63
4.4.4 构建计算机程序并验证 .....	64
4.4.5 试运行 .....	64
4.4.6 编程模型是否正确 .....	64
4.4.7 设计实验 .....	64
4.4.8 运行实验 .....	64
4.4.9 分析输出数据 .....	64
4.4.10 编写文档, 归纳结果 .....	64
4.5 仿真的优缺点 .....	64

5	仿真软件 Flexsim 简介 .....	67
5.1	什么是 Flexsim .....	67
5.2	Flexsim 术语 .....	68
5.2.1	Flexsim 实体 .....	68
5.2.2	模型视图 .....	73
6	多产品单阶段制造系统仿真与分析 .....	79
6.1	建立概念模型 .....	79
6.1.1	系统描述 .....	79
6.1.2	系统数据 .....	79
6.1.3	概念模型 .....	79
6.2	建立 Flexsim 模型 .....	79
6.3	模型运行 .....	91
6.4	数据分析 .....	92
7	产品测试工艺仿真与分析 .....	96
7.1	建立概念模型 .....	96
7.1.1	系统描述 .....	96
7.1.2	系统数据 .....	96
7.1.3	概念模型 .....	96
7.2	建立 Flexsim 模型 .....	96
7.3	模型运行 .....	114
7.4	数据显示与分析 .....	115
7.4.1	查看简单统计数据 .....	115
7.4.2	打开“Stats Collecting” .....	115
7.4.3	观察实体的统计数据 .....	117
7.4.4	使用 Recorder 进行统计 .....	120
7.4.5	使用可视化工具“Visual Tool”进行统计 .....	126
7.4.6	使用报告来查看输出结果 .....	131
7.4.7	使用实验控制器进行多次仿真 .....	133
8	多产品多阶段制造系统仿真与分析 .....	135
8.1	建立概念模型 .....	135
8.1.1	问题描述 .....	135
8.1.2	系统数据 .....	135
8.1.3	概念模型 .....	136
8.2	建立 Flexsim 模型 .....	136
8.3	模型运行 .....	156

8.4	数据分析	158
<b>9</b>	<b>单品种流水线生产系统仿真与分析</b>	<b>159</b>
9.1	建立概念模型	159
9.1.1	概念定义	159
9.1.2	模型描述	159
9.1.3	系统数据	159
9.1.4	概念模型	160
9.2	建立 Flexsim 模型	160
9.3	模型运行	178
9.4	数据分析	179
9.5	课后作业	181
<b>10</b>	<b>混合流水线系统仿真与分析</b>	<b>182</b>
10.1	建立概念模型	182
10.1.1	概念定义	182
10.1.2	模型描述	182
10.1.3	系统数据	182
10.1.4	概念模型	183
10.2	建立 Flexsim 模型	183
10.3	模型运行	191
10.4	运行结果及分析	192
10.5	课后作业	194
<b>11</b>	<b>虚拟邮局仿真与分析</b>	<b>195</b>
11.1	建立概念模型	195
11.1.1	系统描述	195
11.1.2	系统数据	195
11.1.3	概念模型	195
11.2	建立 Flexsim 模型	195
11.3	模型运行	205
11.4	模型分析	207
<b>12</b>	<b>垃圾回收场仿真与分析</b>	<b>208</b>
12.1	建立概念模型	208
12.1.1	系统描述	208
12.1.2	系统数据	208
12.1.3	概念模型	208
12.2	建立 Flexsim 模型	208



---

12.3	模型运行 .....	229
12.4	数据分析 .....	230
<b>13</b>	<b>配送中心仿真与分析</b> .....	<b>231</b>
13.1	建立概念模型 .....	231
13.1.1	系统描述 .....	231
13.1.2	系统数据 .....	231
13.1.3	概念模型 .....	231
13.2	建立 Flexsim 模型 .....	232
13.3	模型运行 .....	241
13.4	数据分析 .....	242
<b>14</b>	<b>配货系统仿真与分析</b> .....	<b>245</b>
14.1	建立概念模型 .....	245
14.1.1	系统描述 .....	245
14.1.2	系统数据 .....	245
14.1.3	概念模型 .....	245
14.2	建立 Flexsim 模型 .....	245
14.3	模型运行 .....	253

# 1 工业工程导论

## 1.1 工业工程的产生及发展

工业工程 (Industrial Engineering, 简称 IE) 起源于美国, 至今已有近百年的历史, 是影响相当广泛的综合性、交叉性、反映技术与管理相结合的复合型学科, 并且它的内涵与外延仍然在不断发展。英文中的 Industrial, 不仅仅包含中文中所说的工业的含义, 还包含产业的含义, 即包含了工业领域外的交通、服务等多种产业部门的意思。在工业工程发展的不同时期、不同背景、不同国家的学者或学术团体对其所下的定义也不尽相同, 但其内涵大体相似。其中最具有代表性的当属美国工业工程师学会 (AIIE, America Institute of Industrial Engineering) 1954 年提出后经修改的定义: “工业工程是研究由人、物料、设备、能源和信息所组成的综合系统的设计、改善和设置的工程技术, 它应用数学、物理学等自然科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来确定、预测和评价由该系统可得到的结果。”

从该定义可以看出工业工程的特征:

- (1) 工业工程是一门集自然科学、社会科学、工程学和管理学等的综合、交叉型学科。因而工业工程师是一种复合型人才。
- (2) 工业工程的工程属性很强, 其工作原理是采用工程分析与设计的原理和方法, 所以容易强调定量方法等技术手段。
- (3) 它追求由人、物料、设备、能源、信息等生产要素所组成的综合系统的整体效益, 无论系统的大小都反映出很强的降低成本、提高系统管理效益的特征。因而有的学者称之为管理支持技术体系也不无道理。
- (4) 现代工业工程不仅是一种工程技术, 而且还是一种哲理, 特别强调发挥系统中人的作用。这也是 IE 发展到今天的一个非常突出的特征。因而在研究组织设计与重构、人员评价、激励手段等方面往往采用工业工程的方法。

在现代工业社会中, 最基本、最重要的活动是生产。生产包括制造有形的实际产品, 广义的还包括提供服务 (即无形生产, 如销售、运输、信息通信、医疗等)。通过生产, 创造财富, 才能满足人类的需求, 推动社会进步。生产, 实际上是一种转化活动, 通过生产过程将各种生产要素 (人员、设备设施、材料、方法工艺、信息环境) 转化为经济财富 (产品、服务)。而生产率 (Productivity) 是衡量这种转换功能的重要指标, 较少的资源投入得到更多的产出, 意味着生产率的提高。任何企业都将为社会提供产品和服务, 以不断追求更高的生产率、利润和更好的服务为目标。工业工程就是致力于提高企业的生产率、降低成本、改善产品和服务质量的实践性、应用性的一门学科。

国际工业工程学会主席 Allen Shyster 先生在 2005 年国际工业工程年会上提出了一个最新的简明扼要的定义: 工业工程就是设计与改善系统 (Industrial engineering concerns

designing and improving systems.)。

### 1.1.1 工业工程的发展过程

任何一门科学能被人们所接受并成为人们改变自然和社会强有力的工具,必然存在其赖以生存和发展的基础、环境和动因。工业工程发展的动因在于三个方面,即社会生产力发展的需求、科学技术日新月异的成果的支持作用和社会环境(或说经济形态),确切地说是商品经济所提供的社会发展环境。生产力的发展使生产与管理系统的规模越来越大和越来越多样化。这客观上要求必须要有分析、设计、改善这些系统和管理的技术体系支撑,因而 20 世纪初在生产力开始快速发展时,产生了工业工程。而科学技术成果如运筹学、统计学、系统工程、计算机工程及信息技术都为工业工程技术体系提供了支持和手段。商品经济提供了企业竞争的社会环境,谁做得更好,谁就能生存、成功,否则就会消亡。这样,客观上需要提供竞争的武器。因而无论是工业发达国家,还是像印度、泰国、马来西亚这样的发展中国家,都不约而同地采用工业工程来提高企业竞争能力,且收效甚佳。也可以说工业工程是商品经济的产物。根据上述分析就很容易理解工业工程发展的历史原因和过程。

工业工程作为一门正式的学科应从 20 世纪初算起。美国的泰勒(Taylor)和吉尔布雷特(Gilberts)等一批学者应视为 IE 的创始人。从那时起至现在工业工程的发展大致可分为以下三个阶段:

第一阶段,从 19 世纪末至二次大战结束——20 世纪 40 年代中期可称为奠基期。这个时期由于福特生产线的产生,生产系统从小规模的作坊式企业走上了较大规模生产的工厂制道路。由于电动机的产生与广泛应用,人们的生产能力大大提高,商品经济发展到资本原始积累结束、将要快速起步的阶段。此时,发生了两次世界大战,客观上要求工厂效率提高,因而工业工程得以诞生和发展。从 1895 年起,泰勒先后发表了《计件工资制》、《工厂管理》和《科学管理原理》等论著,系统地阐述了科学管理思想,主要是以时间研究和动作研究为主的工作研究理论。在 20 世纪初工人运动风起云涌,科学管理既被管理者接受与采用,又被工人阶级视为资本家剥削工人的手段而反对。这样在当时形势下人们提议将“科学管理”更名为“工业工程”。从这时起工业工程作为一门纯技术型工程学科发展与壮大到今天。然而,科学管理并未由此而偏废。到 20 世纪 30 年代产生了行为科学,使科学管理与之相结合补充又发展到今天形成了众多的现代管理理论。因而现代管理科学理论体系与现代工业工程都起源于泰勒的科学管理,今天已形成了完全不同的两大学科体系,但又紧密相连,只不过功能不尽相同而已。

第二阶段,从 20 世纪 40 年代中期到 70 年代末为发展期。这个时期生产力得到前所未有的高速发展,特别是由于战后经济建设的恢复,生产系统规模越来越大,形成了大量流水生产、成批生产、单件小批生产的三种典型的生产系统。同时统计学的广泛应用和运筹学的产生,为工业工程解决越来越大的管理与生产系统规划、设计、改造、创新提供了有效的手段。市场竞争的焦点以资本、实力竞争为主,工业工程从早期应用工作研究、解决现场效率,提高、发展到企业整体的设计、改善,包括工厂设计、物料搬运、人机工程、生产计划、贮存控制、质量控制等。在这一时期工业工程已不仅仅是欧美工业发达国家的“专利”,它已被成功引入亚太地区。最典型和最成功的是日本人。他们在战后经济恢复

期,从美国的管理思维和技术手段中成功地将工业工程引入日本各行各业,并进行日本式消化和改造,开创出丰田生产方式(TPS, Toyota Production System)、全面质量管理(TQC, Total Quality Control)等。而中国台湾、香港、韩国和新加坡更是加大工业工程的开发与应用力度,在高等教育、培训、企业应用等方面都是走在国际前列,经济飞速发展,成为“亚洲四小龙”。从这个时期起到现在,形成了现代工业工程学科体系。

第三阶段,从20世纪70年代末到今天,可称为创新期。这个时期是社会生产力最为活跃的时期。国际市场的竞争是供大于求的竞争,竞争焦点在于价格、质量、品种、交货期、售后服务等,使企业的生存对管理的依赖性增大。企业不仅仅是大型化,而是更加注重多样化、柔性化,生产力发展速度,在世界各国很不平衡。信息时代的到来,计算机、系统工程、通讯技术、高技术的发展,为解决工业工程所面临的问题提供了新的技术和手段。因而,当今是工业工程学科最富有创造力的时代。它已被全面应用于生产、服务、行政、文体、卫生、教育的各种产业之中,甚至有的韩国学者将其译为“产业工程”。

值得说明的是,尽管工业工程是一门工程学科,但它与机械、电子、化工等这些工程性学科具有完全不同的特征。它不是研究如何设计开发新产品、新工艺、新设备,而是研究怎样将这些新工艺、新技术、新产品转化为现实生产力并有效利用企业的材料、能源、人力、环境等现有资源的工程技术。可以说它的技术特征最突出表现为着眼于系统性、整体性和技术与管理的有机结合。由于它注重人的因素,所以IE的开发与应用必须充分考虑与民族、社会文化背景相结合。日本丰田公司生产调查部部长中山清孝先生说:“丰田生产方式就是工业工程在日本企业管理中的成功应用。”

### 1.1.2 工业工程发展史上的重要人物

泰勒(Frederick Winslow Taylor, 1856~1915):他发展了工作研究(Work Study)、方法研究及工作测量(Method study and work measurement)。泰勒出生在费城,生长于富裕的家庭,以优异的成绩进入哈佛大学,但因眼疾听从医生的劝告而退学。泰勒年轻时曾游学法国、德国及意大利。他在1883年夜间部史蒂芬斯学院(Stevens Institute)拿到机械工程学士学位(M.E. Degree)。1878年到1889年他曾受雇于密德瓦钢铁公司(The Midvale Steel Company)。他从基层的工人做起,升到职员、机械工、组长、绘图主任,获得学位后晋升到总工程师,那时他年仅37岁。1898年后,他当顾问工程师,最重要的工作是1898年到1901年服务于伯利恒钢铁公司(The Bethlehem Steel Company)的那段时间。除了顾问的工作外,泰勒发展了各种新的制造程序,并且获得上百件专利。工作研究的目的是要确保个人的时间和才能以及每一部机器的操作时间均能得到最有效的利用。提高生产率(Productivity)及获利能力(Profitability),并维持雇用人员有高的薪酬及获得高的工作满意度(Satisfaction)。泰勒著名的论文有:“A Piece Rate System”(1895),“Shop Management”(1903),“On the Art of Cutting Metals”(1906),之后,他汇集经验及思考,于1911年出版了一本书——《The Principles of Scientific Management》,书中说明了科学管理的四原则:

(1) 将每一个人的工作、每一单元均以科学方法加以分析,取代以往尝试错误所得的经验法则。

(2) 选择最适当的作业员,而且要训练作业员以经过研究的方法来改善。

大本 (3) 使管理员与作业员之间, 发展合作的精神。

(4) 在管理者和作业员之间, 将工作责任公平的划分出来, 使各方均能尽其所长。科学管理的核心是: 管理要科学化、标准化; 要倡导精神革命, 劳资双方利益一致。

实施科学管理的结果是提高了生产效率, 而高效率是雇员和雇主实现共同富裕的基础。因此, 泰勒认为只有用科学化、标准化的管理替代传统的经验管理, 才是实现最高工作效率的手段。泰勒积极倡导科学管理, 因此被公认为是“科学管理之父”、“工业工程之父”、“时间研究之父”。

甘特 (Henry Laurence Gantt, 1861~1919): 他与泰勒一同工作于密德瓦钢铁公司, 与泰勒有相同的共识。他发展了著名的甘特图 (Gantt Chart), 用棒条图形来控制工作流程及进度, 对于进行中或已完成的工作一目了然, 甚至到今天这个技术仍然被广泛采用。

吉尔勃斯夫妇 (Frank Bunker Gilbreth, 1868~1924 & Lillian Moller Gilbreth, 1878~1972): 他们最大的贡献在于工作方法的研究, 以影片对工作进行分析、研究与改良。吉尔勃斯是美国动作研究之父。吉尔勃斯夫人, 美国历史上第一位心理学博士, 被尊称为美国“管理学第一夫人”。他们的主要著作有:《动作研究》(1911)、《管理心理学》(1917)、《疲劳研究》(1919)、《时间研究》(1920)。他们采用观察、记录和分析的方法进行动作研究, 以确定标准工艺动作, 提高生产效率。同时, 他们制定了生产流程图和程序图, 至今仍被广泛应用。他们主张, 通过动作研究, 可以开发工人的自我管理意识。他们开创疲劳研究先河, 对保障工人健康和提高生产率的影响持续至今。在砌砖作业及许多建筑行业中发展出工作的改善方法, 其新观念用于工作规划与工人训练上的正确工作方法, 不仅提高生产率, 而且对工人健康与安全贡献良多。1924 年吉尔勃斯先生过世, 吉尔勃斯夫人更热衷于继续他们的工作, 并于 1935 年至 1948 年间担任美国普渡大学教授。吉尔勃斯夫人声名远播还因为和她两个小孩 Frank B. Gilbreth 与 Ernestine Gilbreth Carey 共同完成的书和电影“Cheaper by the Dozen and Belles on their Toes”。她获得布朗大学心理学博士。虽然她并非工程师出身, 但因她的人际关系将她带入工程专业。有一件具有讽刺意味的事情是, 以她早年从事的职业, 曾经被排斥不准参加在纽约市由工程师俱乐部所举办的工程会议, 然而之后, 她却成为美国机械工程师学会 (ASME, American Society of Mechanical Engineers) 及美国工业工程师学会 (AIIE, American Institute of Industrial Engineers) 的荣誉会员, 更甚于此的是, 她获得无数的荣誉及奖章。她是第一位获得胡佛勋章及第一位荣登美国国家工程学术研究学者名录的妇女。

艾默森 (Harrington Emerson, 1853~1931): 他虽然与泰勒为同时期的工作者, 但两人的工作方法迥异。泰勒对工作要求非常精确且兴趣在基本资料的收集制定上; 而艾默森在研究方法上比较具有弹性并且将科学管理的概念引申运用于范围更广的组织活动中, 他强调有良好的组织才能达成较高的效率之重要性。

法约尔 (Henri Fayol, 1841~1925): 他与泰勒为同时代的人, 法国古典管理理论学家。与韦伯、泰罗并称为西方古典管理理论的三位先驱, 并被尊称为管理过程学派的开山鼻祖。代表作是《工业管理和一般管理》(1916)。法约尔提出了管理的五大职能说: 即管理就是计划、组织、指挥、协调和控制五大职能, 并提出 14 项管理原则: 劳动分工、权力、责任、纪律、统一指挥、个人利益服从整体利益、人员报酬、集中、等级制度、秩序、公平、人员稳定、创新和团队精神。法约尔的一般管理理论凝练出了管理的普遍原则, 至

今仍被作为我们日常管理的指南。泰勒工作于工厂阶层，强调其功能型的组织；而法约尔工作于由上到下观点的结构型组织中，他发展出第一个企业组织的合理化研究方法。法约尔崇尚军事型的组织，坚信每一个人只能有一个老板。

**萧华德 (Walter A. Schewart)**：他是统计流程控制 (Statistical Process Control, SPC) 的创始人，被认为是品质的统计控制之父。戴明早期在霍桑厂兼工时，受其影响颇大。

**汤普逊 (C. Bertrand Thompson)**：他亦是对科学管理有重要贡献者之一。他自 1910 年开始担任哈佛大学企业管理研究院的第一位讲授管理的教授。他有很多有关管理方面的论著，将泰勒的制度介绍给美国的工厂以及其他国家，他也是帮助改良科学管理技巧的人。他与泰勒及其他同事，创造出的一套会计分类制度，和现在用计算机处理成本的办法相似。汤普逊认为科学管理运动对于管理学最重要的一项贡献是泰勒的“例外原理”(Exception Principle)。这一原理指出，一位经理人日理万机，为免于纠缠日常例行杂事，占据甚多时间，他应该集中力量，去处理对最终成效结果最重要的工作，以便实时改善提高。随着当前管理日趋发达进步，加上计算机应用日益广泛便捷，这种原理的使用比以前更为普遍。

**戴明 (W. Edwards Deming, 1900.10~1993.12)**：他为近代著名的品质管理大师。1928 年他从耶鲁大学获得了数学物理学博士。他是一位教日本人提升品质的美国人。1950 年 7 月，戴明受邀到日本为日本企业领导人讲述品质管理的重要性。他的理念鼓舞了日本产业的革新，并进而回过头来给了美国重重的一击。他被日本人尊称为“品质之神”。1951 年起，戴明奖已被日本企业界视为最高荣誉。

**德鲁克 (Peter F. Drucker)**：1909 年他生于维也纳。对世人有卓越贡献及深远影响，《商业周刊》称其为“当代不朽的管理大师”；《经济学人周刊》更断言为“大师中的大师”。德鲁克于 1954 年出版《管理实践》一书，从此将管理学开创成为一门学科 (Discipline)，从而奠定了管理大师的地位。他于 1966 年出版的《卓有成效的管理者》一书，成为高级管理者必读的经典之作；1973 年出版的巨著《管理：任务，责任，实践》则是一本给企业经营者的系统化管理手册，为学习管理学的学生提供的系统化教科书。

**大内 (William Ouchi)**：他是美国日裔学者，代表作为《Z 理论》(1981)。Z 理论认为，一切企业的成功离不开信任、敏感和亲密，因此完全可以以坦白、开放、沟通作为原则进行民主管理。

**丹兹格 (George B. Dantzig)**：他发表了单纯形法 (Simplex Method)，专用来求解线性规划 (Linear Programming)，此方法迄今仍然普遍用于求解各种管理与工程问题。

**哈默 (Michael Hammer)**：他是美国著名的管理学家，出生于 1948 年，先后在麻省理工学院获得学士、硕士和博士学位。曾在 IBM 担任软件工程师，麻省理工学院计算机专业任教授，以及 Index Consulting 集团的 Prism 研究负责人。凭借其再造理论及对美国企业的贡献，《商业周刊》称誉哈默博士为“20 世纪 90 年代四位最杰出的管理思想家之一”。1996 年《时代》杂志又将哈默博士列入“美国 25 位最具影响力的人”的首选名单。对于企业再造 (Re-engineering) 有独到的见解，也有不少有关论著发表。所谓“企业再造”，简单地说就是以工作流程为中心，重新设计企业的经营、管理及运作方式，在新的企业运行空间条件下，改造原来的工作流程，以使企业更适应未来的生存发展空间。它以一种再生的思想重新审视企业，并对传统的管理学赖以存在的基础——分工理论提出了质疑，是管理学发展史上的一次巨大变革。

**彼得·圣吉 (Peter M. Senge)**: 他是美国“学习型组织理论”创始人, 当代最杰出的新管理大师。其代表作是《第五项修炼——学习型组织的艺术与实务》。学习型组织理论认为, 企业持续发展的源泉是提高企业的整体竞争优势, 提高整体竞争能力。未来真正出色的企业, 是使全体员工全心投入, 并善于学习、持续学习的组织——学习型组织。通过酿造学习型组织的工作氛围和企业文化, 引领员工不断学习, 不断进步, 不断调整观念, 从而使组织更具有长盛不衰的生命力。圣吉, 1947 年生于芝加哥, 1970 年于斯坦福大学完成航空及太空工程学士学位后, 进入麻省理工史隆管理学院就读研究生。他被佛思特 (Jay Forrester) 教授的系统动力学整体动态搭配的管理新观念所吸引, 1978 年获得博士学位后, 至今十余年来, 他和麻省理工学院的一群工作伙伴及企业界人士, 孜孜不倦地致力于将系统动力学与组织学习、创造原理、认知科学、群体深度对话与仿真演练游戏融合, 发展出一种人类梦寐以求的组织蓝图。在其中, 人们得益于由工作中活出生命的意义、实现共同愿望的“学习型组织”。《第五项修炼》这部巨著, 便是他们研究成果的结晶。该书于 1992 年荣获世界企业学会 (World Business Academy) 最高荣誉的开拓者奖 (Pathfinder Award), 以表彰其开拓管理新典范的卓越贡献。美国商业周刊也于 1992 年推崇他为当代最杰出的新管理大师之一。他的理想也感动了戴明 (Edwards Deming)、哈佛大学的阿吉瑞斯 (Chris Argyris)、麻省理工学院的雪恩 (Edgar Schein) 与熊恩 (Donald Schon) 等大师级的前辈。一群有崇高理想的企业家们, 成为他所主持的麻省理工学院“组织学习中心”的工作伙伴, 共同为学习型组织的发展而努力, 并朝着建立全球性的组织学习中心网络的目标迈进。

**迈克尔·波特 (Michael E. Porter)**: 他是美国哈佛大学教授, 其重要论著的内容在于阐明政府以及企业应如何创造竞争优势及提升国家竞争力。

## 1.2 工业工程的研究对象及内容

工业工程是从实践中发展起来的, 是工业化生产的产物。泰勒的著作《科学管理原理》(1911), 被认为是工业工程的开端。以后才出现了工业工程的名称及有关学术研究团体。经典工业工程是泰勒科学管理原理的集成和发展, 其内容是一个个孤立的分散的理论、方法和技术, 只能处理工厂中某个工位、车间或生产线等较小系统的问题, 但是见效快, 很实用。现代工业工程是经典工业工程由工业技术及相关学科的不断发 展注入新内容而演化的结果。随着科学技术进步和相关学科的发展, 工业工程知识体系仍在发展变化。现代工业工程呈现出信息化、集成化、智能化的显著特征和趋势。

如前所述, 工业工程发展分为三个阶段, 它的技术体系是从第一阶段的着眼局部改造的工作研究开始逐步到第二个阶段的设施设计、物料搬运、人因 (机) 工程、生产计划与控制、质量控制、工程经济及成本控制等。其特点是着眼于生产和管理的全过程和整体系统的效益提高。而第三个阶段在全面性、整体性的基础上, 吸收了信息技术的特点, 面向企业的柔性化、集成化、全面化服务, 又产生了诸如 CAD/CAM、MRP、MRP II、JIT、敏捷制造、并行工程、重构工程 (BPR) 等最新的技术方法。这些技术往往是基于系统理论为指导的。

如果按照工业工程各种技术特点和功能划分, 又可将其划分为三个技术群:

- (1) 分析型技术群。包括: 统计分析方法、工程经济分析、可靠性分析、人事考核与评价等。

工业 (2) 规划与设计型技术群。包括工作研究 (时间研究和方法研究)、人机工程、设施设计、组织设计、重构工程、CAD/CAM、并行工程等。

(3) 管理与控制型技术群。包括生产计划与控制、质量控制、成本控制、信息控制、准时制生产方法、全面生产力维护 (TPM) 等。

这三个技术群是互相联系、综合使用的。近年来在国际上还有人提出了全面工业工程 (TIE, Total Industrial Engineering) 概念。其思想是指当今工业工程已不是仅仅在工作研究或设施设计各个方面的独立应用来解决企业的问题,而是面临企业综合竞争能力提高的问题。因而工业工程的应用应面向企业生产与管理的全过程,从市场研究、产品开发、项目建设、生产制造、贮存、包装到销售、服务的全过程的开发与应用,并且三个技术群几乎对每个企业都要应用。众所周知,日本和德国在 20 世纪 80 年代制造业已成为世界领先,使美国处于相对落后的局面,经过认真分析和研究,日、德的制造业发展主要依靠技术进步和工业工程。

20 世纪 90 年代工业工程的另一个突出的特点是它已经完全产业化,不仅仅在制造业广泛应用,更重要的是开始在建筑工程业、服务行业,诸如旅馆、饭店、医疗卫生、体育、教育等领域广泛应用。近年来美国工业工程应用最成功的案例之一就是全美医疗保健系统的规划与设计。而 20 世纪 90 年代香港的制造业已经几乎全部转入内地,香港在 20 世纪 60 年代随外资进入而引进的工业工程,目前主要是在服务行业,非常有效。香港工业工程师学会会长莫如虎先生指出,“服务业也是一种产业,也有其产品制造和销售过程,也可用工业工程在制造业成功的方法来应用于服务业”。香港在工业工程应用上的成功经验,值得借鉴和学习。

工业工程是一种工程技术,在今天它对人们研究与开发的若干企业管理模式具有很强的支持功能。如:敏捷制造系统、柔性制造系统、计算机集成制造系统 (CIMS, Computer Integrated Manufacturing System) 以及精益生产系统等,都需要工业工程的开发与应用。这些先进制造模式的产生与发展,都是与工业工程发展紧密相关的。它们不是单纯依靠技术进步而成功的,更重要的是依靠管理进步,特别是工业工程的开发和应用。比如 CIMS 的产生,毫无疑问,是计算机科学的发展在制造业的成功应用,但它决不仅仅是依计算机来实现的。CIMS 是一种新型管理哲理,是美国的企业从 1911 年发展到 20 世纪 90 年代的结果。这时美国的企业具有相当雄厚的管理基础 (这与 IE 是不可分割的),今天引入以计算机为代表的高技术来管理企业,必须具有与之相适应的现代 IE 的支持。因而单纯依靠技术进步而忽视管理和工业工程,对于发展中国家的企业 (管理基础薄弱) 很难实现真正意义的 CIMS。

由此可见,工业工程在 20 世纪 90 年代乃至 21 世纪都将成为企业管理现代化和提高竞争能力的必不可少的武器和工具。主要的研究方向包括:

- (1) 制造业整体效率、质量的提高和成本降低;
- (2) 物流工程与管理控制;
- (3) 人因工程及效率改善;
- (4) 环境与资源设计与控制;
- (5) 安全、健康与卫生;
- (6) 现代制造与信息化工程。



目前，工业工程的发展日益呈现出多元化、全面化和与高技术结合的趋势，工业工程的应用仍然以制造业为重点，同时在建筑、运输、医疗、服务甚至农业等产业中的应用日益广泛，同时正在向信息化、知识管理等高新技术研究领域拓展。

### 1.2.1 国内外从事工业工程的学会组织

1892 年成立美国应用心理学会 (Applied Psychology Association)，美国心理学会 (American Psychology Association, APA) 等。

1910 年到 1922 年，为研究推广科学管理与工业工程而成立的学术组织，共有四个。其中前三个为工程及技术方面，最后一个主要涉及人事方面的研究。

- (1) 美国机械工程师学会的管理部门 (Management Division, ASME)。
- (2) 工业工程师学会 (Society of Industrial Engineers, 与目前 AIIE 不同)。
- (3) 泰勒学会 (The Taylor Society)。
- (4) 国家人事学会 (National Personnel Association)。

1934 年工业工程师学会与泰勒学会合并成为管理进步学会 (The Society of Advancement of Management, SAM)。

1948 年，英国成立作业研究学会 (Operational Research Society)。

1948 年，成立美国工业工程师学会 (American Institute of Industrial Engineers, AIIE)，伦赛 (Elton Rancy) 被推为第一任会长，次年会刊问世，1954 年 AIIE 将 IE 定义制订公布。

1981 年 AIIE 经会员投票更名为 IIE (Institute of Industrial Engineering)，将“美国 (American)”这个字样取消，使 IIE 变成世界性的名称，不再只是美国国内的组织。

世界上最早成立作业研究学会的国家是英国 (1948)，接着是美国 (1952)、法国 (1956)、日本和印度 (1957) 等。截止到 1986 年，国际上已有 38 个国家和地区建立了作业研究学会或类似的组织。在 1959 年英、美、法三国的作业研究学会发起成立了国际作业研究学联合会 (International Federation of Operational Research Societies, IFORS)，以后各国的作业研究会纷纷加入。此外，还有一些地区性组织，如欧洲作业研究协会 (EURO) 成立于 1976 年、亚太作业研究协会 (APORS) 成立于 1985 年、作业研究与管理科学会 (Institute of Operations Research and Management Sciences, IORMS, 原美国作业研究会 ORSA 与管理科学会 IMS 合并) 成立于 1995 年。

电机电子工程师学会 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 简称 IEEE)，美国机械工程师学会 (American Society of Mechanical Engineers, ASME)。

国际人因工程学会 (International Ergonomics Association, IEA)。

中国有中国工效学学会 (Chinese Ergonomics Society, CES)，中国机械工程学会工业工程分会。

### 1.2.2 目前的主要学术期刊

国内期刊：

- 《价值工程》，1982 年创刊，是国内最早出版的与工业工程密切相关的学术刊物。
- 《工业工程与管理》杂志，上海交通大学和德国 Springer 出版社合办的杂志，于 1996