



21 世纪高等院校教材 · 工业工程系列

# 基础工业工程

蔡启明 张庆 庄品 编著

 科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

21 世纪高等院校教材·工业工程系列

# 基础工业工程

蔡启明 张庆庄 品 编著

科学出版社

元 00.00 · 16 开

(北京) 朝花夕露 北京 (印刷) 印刷

## 基础工业工程 内容简介 21世纪 IS

本书共分为8章,全面系统地介绍了基础工业工程的原理和方法,以程序分析、操作分析和动作分析为主线,融方法研究和时间研究为一体,强调实践环节,突出应用,主要内容涵盖了工业工程概述、生产率概述、程序分析、操作分析、动作分析、作业测定、工时定额和现场管理。

本书可作为高等院校管理类专业的本科生教材或教学参考书,同时对相关领域的管理人员和工程技术人员也有较高的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

基础工业工程/蔡启明,张庆,庄品编著. —北京:科学出版社,2005  
21世纪高等院校教材·工业工程系列

ISBN 7-03-015913-6

I. 基… II. ①蔡…②张…③庄… III. 工业工程-高等学校-教材  
IV. F402

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 078026 号

责任编辑:卢秀娟 林建/文案编辑:于宏丽/责任校对:陈丽珠  
责任印制:安春生/封面设计:陈敬

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

\*

2005年10月第一版 开本: B5 (720×1000)  
2005年10月第一次印刷 印张: 18 1/2  
印数: 1—3 000 字数: 352 000

定价: 26.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

## 丛 书 序

教材是科学知识的载体,是教学内容和教学要求的具体体现,是教师组织教学的主要依据。教材质量与教育质量息息相关,高水平教材是培养高素质人才的基本工具。

正是基于对教材质量在人才培养过程中重要作用的认识,南京航空航天大学经济与管理学院历来十分重视教材建设工作。从20世纪80年代起,坚持组织资深教授负责编写各科教材,并且相继由著名出版机构出版了一批有影响的教学用书。教师在教材建设园地里辛苦耕耘,换来的是人才培养质量的丰硕成果。

南京航空航天大学是在国内最早开办工业工程专业的高校之一,一直是江苏省工业工程专业委员会的挂靠单位。20世纪90年代,南京航空航天大学曾与香港理工大学联合组织出版了一套工业工程培训教材,满足了当时教学工作的迫切需要,产生了一定影响。多年来,南京航空航天大学经济与管理学院工业工程专业注意加强定量方法(模型、预测、决策)类课程的教学,逐步形成了较为鲜明的量化特色,要求学生掌握现代管理理论、方法和工具,强调学生的综合素质和实际动手能力。一些高年级学生和大多数研究生在校期间能够运用所学知识参与相关课题的研究,收集整理数据,建立数学模型,撰写研究报告。待毕业后到了工作单位,已经是具有丰富实际经验的“老手”,深受用人单位欢迎。

2004年,南京航空航天大学经济与管理学院的工业工程专业被确定为江苏省同类专业中唯一一个重点建设的品牌专业,使我校工业工程专业的社会声誉进一步提升。同时,对我们的教育质量也提出了新的更高要求。与之相应的教材建设任务也进入重要议事日程。在南京航空航天大学和科学出版社领导的大力支持下,我们组织力量着手进行这套工业工程专业系列教学用书的编写工作。可以说,这套教材的每一册都是在作者多年讲授有关课程和从事相关课题研究的基础上凝练而成的,同时也吸收了国内外学者的研究成果。在撰稿过程中,我们始终要求参加编写工作的老师们坚持读者至上的原则,在理论阐述上力求简明扼要、深入浅出、通俗易懂、易于自学,对相关方法和应用技术的讨论,则力求清晰、详尽而不累赘。因此,这套教材也是一套适宜于政府部门、企事业单位的管理干部、工程技术人员和理工科学生系统学习现代工业工程方法与技术的自学参考书。

丛书的编写得到了科学出版社和南京航空航天大学教材出版基金资助,在此,我代表编委会全体同仁向支持丛书出版的领导和专家表示深深的谢意!

好的教材是在多年教学实践的锤炼中逐步形成的,需要根据教学改革、专业设

置和学科发展的要求不断充实、修订、完善。殷切期望有关专家、老师和广大读者将使用这套教材时发现的问题以及改进意见和建议及时反馈给我们,以便修订时借鉴。

刘思峰

国家有突出贡献的中青年专家

南京航空航天大学特聘教授、博士生导师 刘思峰

经济与管理学院院长

2005年5月20日

## 前 言

工业工程是融工程技术和管理为一体的一门学科。改革开放后,特别是我国加入WTO后,需要更多的工业工程专业人才,需要他们能将国外工业发展的先进经验在最短的时间内引进、研究和理解,为我国的企业发展提出适合我国国情的综合解决方案,并付诸广泛和深入的企业实践,在理论和实践上,为“中国制造”的产生打下坚实的基础。随着经济的全球化和我国市场经济的深入发展,各行各业对工业工程人才的需求正在迅猛增加,工业工程师已经成为深受欢迎和尊重的职业。工业工程师在系统分析、系统优化、系统集成方面发挥着重要的作用。

基础工业工程是工业工程专业的主要专业基础课程之一,是学习工业工程专业其他专业课程的先导课程,本教材力争系统全面地向读者介绍工业工程的基本原理、方法研究、时间研究和现场管理的理论和方法体系,旨在使读者建立工业工程的总体概念,认识工业工程学科特点和目标,树立工业工程意识,掌握基础工业工程知识、技术及其应用技能,学会运用基础工业工程解决生产实际问题的方法和程序。本书既可作为高等院校的本科生教材,亦可作为企业工业工程技术人员参考书。

本教材吸收了国内外相关教材的优点,因此在结构和内容上均趋于合理。全书分为四大部分:

一是导论部分,主要介绍工业工程的基本概念、发展史等。读者通过这一部分的学习,能够对工业工程及其意识有一个总体的认识和了解。

二是方法研究部分,主要介绍程序分析、操作分析和动作分析的技术和方法。读者通过这部分的学习,能够对企业生产制造过程中基本运作流程及如何分析和提高人机系统整体效率有一个准确的识别和认识。

三是时间研究部分,主要介绍作业测定、工时定额的有关理论和方法。读者通过这一部分的学习,能够全面了解与掌握时间研究的主要内容,为在企业工作中制定科学合理的工时定额打下良好的基础。

四是现场管理部分,主要介绍现场管理的基本概念、5S管理、定置管理和班组管理等。读者通过这一部分的学习,可详细了解企业的现场管理方法,能有效地提高企业现场管理的能力。

本书由南京航空航天大学经济与管理学院管理科学与工程系主任蔡启明教授、张庆博士和庄品博士编写,书稿的第1、3、4、5、7章由蔡启明博士编写,



第2、8章由张庆博士编写，第6章由庄品博士编写。在本书的编写过程中樊志红、马丽华、唐志红和黄燕美等做了大量的资料收集和整理工作，在此表示深深的感谢!

限于编者的水平，书中不妥和错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。本书的编者愿与各位一起，为工业工程技术在中国的发展做出贡献!

编者

2005年8月

# 目 录

181	.....	工业工程概论	1.0
181	.....	工业工程的发展史	3.0
181	.....	工业工程的基本特征	14.0
181	.....	工业工程的意识和基本职能	17.0
181	.....	工业工程的主要研究内容	20.0
181	.....	生产率概述	26.0
181	.....	生产率及提高生产率的含义	26.0
181	.....	生产率管理	32.0
181	.....	影响生产率的因素	55.0
181	.....	提高生产率的途径	59.0
181	.....	程序分析	68.0
181	.....	程序分析概述	68.0
181	.....	工艺程序分析(作业程序图)	73.0
181	.....	流程程序分析(流程图)	75.0
181	.....	线路图分析(线图)	87.0
181	.....	操作分析	94.0
181	.....	概述	94.0
181	.....	人机程序图	97.0
181	.....	操作程序图	105.0
181	.....	工组操作程序图	113.0
181	.....	动作分析	117.0
181	.....	动作分析概述	117.0
181	.....	动素	122.0
181	.....	动作程序图	138.0
181	.....	动作经济原则	141.0
181	.....	预定动作时间标准及模特排时法	157.0

丛书序

前言

第1章 工业工程概述..... 1

- 1.1 工业工程的定义 ..... 1
- 1.2 工业工程的发展史 ..... 3
- 1.3 工业工程的基本特征 ..... 14
- 1.4 工业工程的意识和基本职能 ..... 17
- 1.5 工业工程的主要研究内容 ..... 20

第2章 生产率概述 ..... 26

- 2.1 生产率及提高生产率的含义 ..... 26
- 2.2 生产率管理 ..... 32
- 2.3 影响生产率的因素 ..... 55
- 2.4 提高生产率的途径 ..... 59

第3章 程序分析 ..... 68

- 3.1 程序分析概述 ..... 68
- 3.2 工艺程序分析(作业程序图) ..... 73
- 3.3 流程程序分析(流程图) ..... 75
- 3.4 线路图分析(线图) ..... 87

第4章 操作分析 ..... 94

- 4.1 概述 ..... 94
- 4.2 人机程序图 ..... 97
- 4.3 操作程序图 ..... 105
- 4.4 工组操作程序图 ..... 113

第5章 动作分析 ..... 117

- 5.1 动作分析概述 ..... 117
- 5.2 动素 ..... 122
- 5.3 动作程序图 ..... 138
- 5.4 动作经济原则 ..... 141
- 5.5 预定动作时间标准及模特排时法 ..... 157



<b>第6章 作业测定</b> .....	183
6.1 作业测定概述 .....	183
6.2 工作日写实 .....	187
6.3 测时 .....	197
6.4 瞬时观察法 .....	204
6.5 几种评比方法简介 .....	212
<b>第7章 工时定额</b> .....	217
7.1 劳动定额的基本概念和种类 .....	217
7.2 工时消耗的分类 .....	222
7.3 工时定额的制定方法及其技术分析 .....	229
7.4 典型工种车工定额的制定 .....	240
<b>第8章 现场管理</b> .....	251
8.1 现场管理概述 .....	251
8.2 5S管理 .....	257
8.3 定置管理 .....	268
8.4 班组管理 .....	278
<b>参考文献</b> .....	287

## 第1章 工业工程概述

### 1.1 工业工程的定义

工业工程(industrial engineering, IE)是一门提高生产效率和效益的技术。它是在人们致力于提高工作效率、降低成本、保证质量的实践中产生的一门技术,它把技术和管理有机结合起来,去研究如何使生产要素组成生产力更高和更有效运行的系统,实现提高生产率目标的工程科学,并且随着科学技术的发展和市场需求的变化,其内涵和外延还在不断丰富和发展。

工业工程是以规模化工业生产及工业经济系统为研究对象,以优化生产系统,提高劳动生产率和综合效益为追求目标,兼收并蓄运筹学、系统工程、工程心理学、管理科学、计算机科学、现代制造工程学等自然科学和社会科学的最新成果,发展成为包括多种现代科学知识的综合性、交叉性边缘学科。它伴随着工业生产的需求而诞生,随着技术的进步而发展,对提高企业发展水平和效益,促进国民经济发展起到了巨大的推动作用。工业工程在工业发达国家已经得到广泛推广和应用,并取得了明显成效,被公认为能杜绝各种浪费、挖掘内部潜力、有效地提高生产率和效益、增强企业竞争能力的实用技术。实践证明,在发展经济和工业生产各领域,科学技术和管埋技术往往是推动生产力发展的关键性因素。工业工程正是在探索科学技术与管理相结合的背景下诞生的,并在其转化为现实生产力的过程中起到了相当重要的作用。工业工程的应用范围从最初的制造业扩大到其他领域,已涉及服务业(如建筑业、交通运输、农场管理、医院、银行、超级市场、军事后勤)以及公用事业乃至政府部门,几乎涉及一切有组织的活动。

工业工程的发展迄今已有一个多世纪的历史了。由于它涉及范围广泛,内容不断充实和深化,所以,在其形成和发展的过程中,不同时期、不同国家、不同组织和学者下过许多表达方式不尽相同的定义。

在日本,工业工程被称为经营工学,并被认为是一门管理技术。它以一门工程专业为基础,如机械工程、电子工程、化学工程、建筑工程等,其中最重要的基础为机械工程,机械、电子和信息是工业工程师必须学习和掌握的基础知识。

日本工业工程协会(JIIE)成立于1959年。当时对工业工程的定义是在美国工业工程师学会(AIIE)于1955年的定义的基础上略加修改而制定的。其定

义如下：“工业工程是将人、物料、设备视为一体，对发挥功能的管理系统进行设计、改革和设置，为了对这一系统的成果进行确定、预测和评价，在利用数学、自然科学、人为科学中特定知识的同时，采用工程技术的分析和综合的原理及方法。”

此后，根据美国工业工程师学会的修改和补充，又在“人、材料、设备”上加上了信息和能源。

二战结束后，IE 在日本得到了广泛的应用，IE 的理论和方法都取得了很大的发展。日本工业工程协会深感过去的定义已不适于现代的要求，故对 IE 重新定义。其定义如下：

“工业工程是这样一种活动，它以科学的方法，有效地利用人、财、物、信息、时间等经营资源，优质、廉价并及时地提供市场所需要的商品和服务，同时探求各种方法给从事这些工作的人们带来满足和幸福。”

这个定义简明、通俗、易懂，不仅清楚地说明了工业工程的性质、目的和方法，而且还特别把对人的关怀也写入了定义，体现了“以人为本”的思想。

在各种工业工程的定义中，最具权威性和今天仍被广泛采用的是美国工业工程师学会于 1955 年正式提出、后经修订的定义，其表达如下：

“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与方法，对该系统所取得的成果进行确定、预测和评价。”

这个定义与 1955 年该协会最初提出的定义相比，有重要的补充，这就是将信息和能源补充到集成系统中去。不言而喻，这是具有时代意义的。

该定义已被美国国家标准学会（American National Standards Institute, ANSI）采用为标准术语，收入美国国家标准 Z94，即工业工程术语标准。它被认为是工业工程的基本定义。

该定义表明工业工程实际是一门方法学，它告诉人们，为把人员、物资、设备和设施等组成有效的系统，需要哪些知识，采用什么方法去研究问题以及如何解决问题。

《美国大百科全书》（1982 年版）解释为：“工业工程是对一个组织中人、物料和设备的使用及其费用作详细分析研究。这种工作由工业工程师完成，目的是使组织能够提高生产率、利润和效率。”

中国专业人士对工业工程的定义为：综合运用各种专门知识和系统工程的方法和原理，为把生产要素（人员、物料、设备、能源和信息等）组成更富有生产力的系统所从事的规划、设计、评价和创新活动，同时为科学管理提供决策依据。

以上工业工程的定义表明:

(1) 工业工程是一门技术与管理相结合的边缘学科。学科体系属于工程学范畴,具有工程技术与管理技术的双重属性。IE是从技术的角度研究和解决生产组织、管理中的问题。例如,通过工艺流程的优化、工艺分析、作业研究等技术手段,达到稳定和提高产品质量,提高劳动生产率和经济效益的目的。另一方面,IE也为管理职能的实施提供技术数据。

(2) 工业工程研究的对象是由人员、物料、设备、能源和信息等要素组成的集成系统。

(3) 工业工程所采用的研究方法是数学、物理学等自然科学、社会科学中的特定知识和工程技术常用的分析归纳方法。

(4) 工业工程的研究任务是如何将人员、物料、设备、能源和信息等要素设计和建立一个集成系统,并不断改善,从而实现更有效的运行。

(5) 工业工程的目标是提高生产率和效益、降低成本、保证质量和安全,获取多方面的综合效益。

(6) 工业工程的功能是对生产系统进行规划、设计、评价和创新。

## 1.2 工业工程的发展史

### 1.2.1 工业工程的起源

工业是国民经济中的一个庞大而复杂的社会、科技、经济的综合系统。它要从外部环境取得人力、能源、物资和信息等资源,通过工业的系统功能转换为社会需求的各种产品和服务。组成工业系统的要素,从组织结构来说,是它的各个行业及其所属的许多企业单位;从发挥系统功能来说,则是技术、工程和管理。

技术(technology)——工业生产必需的手段,是科学知识、劳动技能和劳动经验的总和。狭义的技术常指生产工艺方法、工具、机器及其他技术装备。工业中的技术种类繁多,组成用途不同的各种技术系统(如机械工业中的切削、切割、压力加工、铸、锻、焊等)。

工程(engineering)——人们根据某种生产目的,有判断地运用科学知识、设计开发能经济有效地利用各种技术和资源的某些系统,去达到该目的的专业活动。

管理(management)——人们运用行政、组织、人事、财政、金融、贸易等权力手段,来支持和保证生产、技术开发和各种工程活动得以顺利实现,从而保证工业系统功能得以充分发挥和顺利运行的职能。它不仅执行上述职能的日常管理工作,而且高层管理握有技术开发和工程活动的决策权。

工业中的工程活动有两类:

专业工程 (specialized engineering) ——如机械工程、电气工程、化学工程、土木工程等, 它们应用机械、电气、化学、建筑等专业科学知识, 设计开发工业用的单项技术装备和产品。

工业工程 (industrial engineering, IE) ——综合运用工业专门知识和系统的概念和方法, 为把人力、能源、物资、信息、技术与装备组成更加有效和更富于生产力的综合系统, 所从事的规划、设计、评价和创新活动。

工业工程是工业化的产物, 最早起源于美国。19世纪末20世纪初, 美国工业急速发展。工厂由小家庭作坊向社会大规模生产转化。但当时仍存在效率低、浪费大等现象。人们逐步认识到小作坊凭经验和直觉进行的经营管理方式已不再适应大规模的工业化生产。以泰勒 (Frederick W. Taylor) 为代表的一大批科学管理先驱者为了提高生产率、降低成本进行了卓有成效的工作, 开创了科学管理, 取代了凭经验和直觉的管理, 为工业工程的产生奠定了基础。

泰勒是一位工程师和效率专家, 是“科学管理”的创始人, 并且也是一位发明家, 一生中获得过一百多项专利。1874年他考取哈佛大学法学院, 由于视力不好, 被迫失学, 进费城水泵制造公司当模型工。1878年到米德维尔钢铁公司工作, 当过普通工人、技工、工长、总技师以及总工程师。这期间, 他还上夜校攻读, 并于1883年获得史蒂芬工学院机械工程学位。这一经历使他对当时生产管理和劳动组织中的问题比较清楚, 他认为公司的管理没有采用科学方法, 工人缺乏训练, 没有正确的操作方法和程序, 大大影响了生产效率。他相信通过对工作进行分析, 总可以找到改进的方法, 设计出效率更高的工作程序, 并致力于研究。1881年, 被后人尊崇为“工业工程之父”的泰勒首创了“时间研究” (time study)。

1898年, 泰勒工作于伯斯利恒 (Bethlehem) 钢铁厂, 当时该厂雇有铲手工人400~600名, 每日在一长约2英里<sup>①</sup>、宽约1/4英里的广场上, 铲动各种不同的物料。这些铲手, 不用工场所准备的铲子, 很多人自己从家中带来铲子, 铲煤时, 每铲重仅3.5磅<sup>②</sup>, 而铲矿砂时每铲竟重达38磅。此种自备铲子的情形与每铲质量之差, 颇引起泰氏之好奇。他想: “铲子的形状、大小和铲物工作量有没有关系?” “究竟以何种铲重为最经济最有效?” “什么样子的铲子, 工人拿了既舒服又铲得多, 铲得快?” 这些问题应加以研讨。于是泰勒选优良铲手两名, 分在场内不同地点作试验工作, 同时用秒表 (stop watch) 记录其时间, 并分别用大小不同的铲子去铲密度不同之物料, 并分别记录所用铲子之大小及式样和每铲质量, 经多次试验后, 发现每铲质量约为21.5磅时, 可得最经济、最有效的

① 1英里=1.609 34千米。

② 1磅=0.453 92千克。



结果，也就是工作者每日每人可铲最多物料。铲重物时用小铲，铲轻物时用大铲，但每铲质量均约为 21.5 磅左右。泰勒得此结果后，于是设计出各种尺寸大小不同的铲具，训练工人，并拟定奖工办法，当工人完成规定的工作时，可得日薪 60% 的奖金，否则派员授以正确工作方法，使其亦可得同样奖金。经此改善后，原需 400~600 名工人才能完成的工作，采用新方法后，140 名工人即可完成。因此每吨所需铲费减少达 50%，而工人工资则增加 60%，除去因研究所需各项开支外，每年尚可节省 78 000 美元。如此，不但使工厂的生产量大增，也使铲手工作效率提高，待遇增加，工作情绪也愉快多了。

泰勒提出了一系列科学管理原理和方法，主要著作有《计件工资》（1895 年）、《工场管理》（1903 年）以及《科学管理原理》（1911 年），这是系统阐述他的研究成果和科学管理思想的代表作，对现代管理发展作出重大贡献，并被公认为工业工程的开端。所以，泰勒在美国管理史上被称为“科学管理之父”，也被称为“工业工程之父”。

吉尔布雷斯（Frank B. Gilbreth）是和泰勒差不多同一时期的另一位工业工程奠基人，他也是一名工程师，其夫人是心理学家，他们的主要贡献是创造了与时间研究密切相关的“动作研究”（motion study），就是对人在从事生产作业中的动作进行分解，确定基本的动作要素（称为“动素”），然后科学分析，建立起省工、省时、效率最高和最满意的操作顺序。

1885 年，吉尔布雷斯年方 17，受雇于一名营造商，发现工人造屋砌砖时，所用的工作及工作效率，互不相同。于是他开始研究采用何种方法砌砖是最经济、最有效的。他分析工人砌砖的动作，发现工人每砌一砖，先以左手俯身拾取，同时翻动砖块，选择其最佳一面，用于堆砌时，放置外向。此动作完毕后，右手开始铲起泥灰，敷于堆砌处，左手置放砖块后，右手再以铲泥灰工具敲击数下，再固定住。这一周期性动作，经吉尔布雷斯细心研讨，并拍制成影片，详加分析，发现工人俯身拾砖，容易增加疲劳，左手取砖时，右手闲散，亦非有效方法，而再敲砖动作，亦属多余。于是经过多次试验，得出一个砌砖新法。其法于砖块运至工作场时，先令价廉工人，加以挑选，置于一木框内，每框盛砖 90 块，其最好的一面或一端，置于一定方向，此木框悬挂于工人左方身边，当左手取砖时，右手同时取泥灰，同时改善泥灰的浓度，使砖置放其上时，无须敲击，即可到达定位，经此改善后，工人的工作量大增，其砌每一砖的动作由 18 次减至 5 次，工人经训练后，老法每小时原只能砌 120 块，用新法则可砌 350 块，工作效率增加近 200%。经过吉尔布雷斯的动作分析，确定了最好的砌砖方法。由此发展成日后的动作研究。

1912 年吉尔布雷斯夫妇进一步改进动作研究方法，把工人操作时的动作拍成影片，创造了影片分析法，对动作进行更细微的研究。1921 年他们又创造了

工序图，为分析和建立良好的作业顺序提供了工具。他们在技能研究、疲劳研究和时间研究等方面也有卓越的成就，尤其重视研究生产中人的价值、作用及其对工作环境的反应等。

泰勒的“时间研究”和吉尔布雷斯的“动作研究”二者之间关系密切、无法分割，遂合并称为“动作与时间研究”构成了初期工业工程，也成为古典工业工程。随着科学技术的发展，工业工程也从古典向现代化迈进，发展成了一门独立的学科。

此外，还有许多科学家和工程师对科学管理和早期工业工程的发展作出了贡献，如 1776 年英国经济学家亚当·斯密 (Adam Smith) 在其《原富》一书中提出劳动分工的概念；李嘉图 (Richardo) 的《政治经济学及赋税原理》；穆勒 (Stuart Mill) 的《政治经济学原理》等著作和思想，应该说都对工业工程先驱者产生过影响。

### 1.2.2 工业工程的发展史

工业工程的概念是在各种技术经过工程实践、促进了生产工业化之后才逐渐形成的，其内容随着技术进步和工业化内涵的变迁而演变。工业工程形成和发展演变过程，实际上就是各种用于提高效率、降低成本的知识、原理和方法产生和应用的历史。工业工程的发展历程可分为如图 1-1 所示的年代阶段。

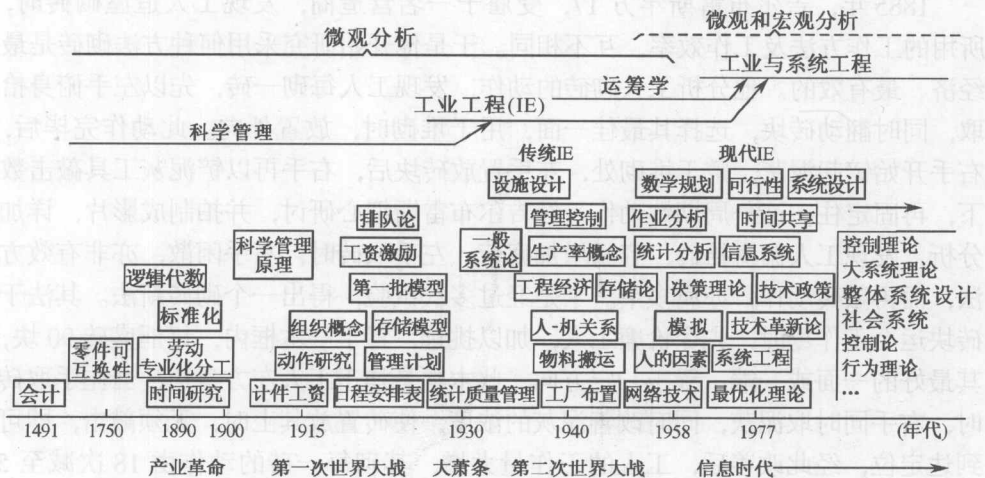


图 1-1 工业工程的发展历程

#### 1. 科学管理年代

从 18 世纪初期蒸汽机开始促进机械化生产起至 20 世纪 30 年代中期的这一阶段，被称为科学管理年代，是工业工程的前身。在这段时期中发生了两件大



事：一是第一次产业革命；二是泰勒的科学管理运动。这一时期是 IE 萌芽和奠基的时期，这一时期的主要方法是劳动专业化分工、时间研究、动作研究、标准化等。在这一时期（1908年）美国宾夕法尼亚州立大学开设了第一个 IE 专业，并且在美国成立了第一个 IE 组织，即工业工程师协会（Society of Industrial Engineers, 1917）。

这个年代的特点是：

(1) 生产的机械化程度还不高，还存在着大量的手工劳动，因而提高工人的劳动效率就成为当时的最重要的研究课题，研究的主题就集中在人的问题上，而人的问题被看作是管理。

(2) 当时所谓的管理科学原理主要产生于经验总结，还缺少科学试验和定量分析，各项工作没有形成独立于管理的工程意识和实践。但是这种总结毕竟把零散的先进的经验归纳起来，形成了比较有系统的科学体系，不仅对当时的工业界的管理产生过有益的效果，而且也对后来的工业工程的发展产生了深远的影响。

## 2. 工业工程年代

工业工程年代是开始于 20 世纪 20 年代后期直到现在还在延伸的年代。这个年代又分三个阶段：第一阶段是从 20 世纪 20 年代后期至 20 世纪 40 年代中期，在这个阶段发展的工业工程内容成为传统的或经典的工业工程（traditional or classical IE）；第二个阶段是从 20 世纪 40 年代中期至 20 世纪 70 年代中期，是工业工程与运筹学（operation research, OR）结合的时期；第三个阶段是从 20 世纪 70 年代中后期直至现在，是工业工程与系统工程（system engineering, SE）结合并共同发展的年代，也被称作工业与系统工程年代。在第二和第三阶段内发展的工业工程内容称为现代工业工程。

1) 传统的工业工程（20 世纪 20 年代后期至 20 世纪 40 年代中期）

它是泰勒科学管理原理的继承与发展，但有三个重大的变化：

(1) 正式出现了工业工程的概念、名词、学系、研究机构、专业人员和学会。

(2) 统计、概率等数理分析方法进入工业工程领域，不仅改造了从科学管理年代继承下来的各种方法的内容，使之具有定量分析的能力和更高的理论基础，而且还发展了一些新的方法，更适应于机械化、自动化的大量生产的需要。

(3) 重视与工程技术相结合，使工业工程本身具有独立的工程专业性质。

由于以上三大变化，使工业工程不同于管理的概念和职能得到了确立，使之成为一种在技术与管理之间起着桥梁作用的新型工程技术。这一时期由于吸收了数学和统计质量控制、进度图、库存模型、人的激励、组织理论、工厂布置、物料搬运等方法为 IE 提供了科学基础。这一时期美国成立了更多的 IE 专业或系，

并且出现了专门从事 IE 的职业。

### 2) 工业工程与 OR 结合 (20 世纪 40 年代中期至 20 世纪 70 年代中期)

20 世纪 40 年代中期, 英、美两国发表了在第二次世界大战时期研究出来的运筹学成果的保密资料, 立刻受到许多工业工程工作者的注意, 试图把它应用到工业工程中来。OR 是包括几种数学规划、优化理论、排队论、存储论、博弈论等理论和方法的总称, 有比较系统的学科体系, 可以用来描绘、分析和设计多种不同类型的运行系统。OR 在工业工程中经过一段时期的改进研究和试用, 取得了进展。人们普遍认为可以把 OR 作为工业工程的理论基础, 不仅是因为可以用 OR 的原理来改进工业工程的传统方法, 使之提高到一个新的水平, 而且还因为 OR 的系统性可以把工业工程的各种方法综合起来用于解决较大系统问题。

20 世纪 50 年代的 10 年是工业工程和 OR 结合试验最活跃的年代, 美国和其他国家的一些大学的工业工程学系把 OR 定为必修课程; 有些原有的工业工程学系和研究单位改名为工业工程与运筹学系或研究所; 美国工业工程师学会成立了美国运筹学学会 (ORSA) 的分会机构; 工业工程的书籍增添了 OR 的篇章。

这一时期 IE 得到了重大发展, 同时在这一时期成立了美国工业工程师学会 (American Institute of Industrial Engineers, AIIE, 1948 年), 这一组织后来发展成为国际性的学术组织并称为 IIE, 在这一时期由这一组织第一次给出了 IE 的正式定义 (1955 年), 从 20 世纪 50 年代起 IE 建立了较完整的学科体系, 到 1975 年美国已经有 150 所大学提供 IE 教育。

### 3) 工业工程与 SE 的结合 (20 世纪 70 年代中后期至现在)

工业工程与 OR 的结合确实是一大进步。但 OR 的各种方法虽具有较强的系统性, 但方法与方法之间, 以及 OR 方法与工业工程传统方法之间仍然缺少自然的联系, 因而常被局部地、孤立地应用, 而难以取得综合的效果。

恰在 20 世纪五、六十年代, 系统科学 (SS) 也有了长足的进展。一种承袭了 SS 的科学思想和包含自然科学、社会科学知识的, 并声称也以 OR 为理论基础但很注重工程应用的系统工程 (SE) 脱颖而出, 受到人们广泛的重视。许多工业工程学者认为: SE 重视系统哲学思想的培养和系统分析方法的训练, 又包含有较丰富的自然科学和社会科学的知识, 正是工业工程所需要的一种“统帅”学科, 可以把 SE 的方法论、OR 的数理分析、工业工程的传统技术与工业专门知识有机地结合起来, 形成一个比较完备的学术体系。

20 世纪 70 年代以来, 工业工程就是沿着这条思路不断发展着、完善着。现代工业工程学科体系可以比拟为图 1-2 所示的一条“连续光谱”。在这条光谱的中央部分排列着工业专业知识 (相当于霍尔的 SE 三维结构中的专业知识维), 既是工业工程解决实际问题所需用到的专门知识, 也代表工业工程所要研究和处理的一些实际问题, 其中有微观的也有宏观的。“光谱”的左端排列着 SE 的各