



工业和信息化部“十二五”规划教材



创优系列·工程硕士



本书含
精美PPT

工业工程导论

INTRODUCTION TO INDUSTRIAL ENGINEERING

蔡启明 张庆 编 著
庄品 谢乃明



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>



工业和信息化部“十二五”规划教材



工业工程导论

INTRODUCTION TO INDUSTRIAL ENGINEERING

蔡啟明 张 庆 编 著
庄 品 谢乃明

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书被评为工业和信息化部“十二五”规划教材。全书共分为四大部分,一是导论部分,主要介绍工业工程的基本概念、发展史等;二是方法研究部分,主要介绍流程分析、程序分析、操作分析和动作分析的技术和方法;三是时间研究部分,主要介绍作业测定、工时定额有关的理论和方法;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、目视管理和班组管理等。

本书既可作为高等院校的工业工程专业硕士生教材和高年级本科生教材,也可供企业中从事工业工程工作的技术人员阅读参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

工业工程导论/蔡啟明等编著. —北京:电子工业出版社,2015.4

(华信经管创优系列)

ISBN 978-7-121-25663-9

I. ①工… II. ①蔡… III. ①工业工程-高等学校-教材 IV. ①F402

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 047144 号

策划编辑:王赫男

责任编辑:徐 颢

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:18.25 字数:468 千字 插页:1

版 次:2015 年 4 月第 1 版

印 次:2015 年 4 月第 1 次印刷

定 价:39.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前言

工业工程是融工程技术和管理为一体的一门学科，其对提高企业运营系统的综合效率和效益，实现企业的可持续发展具有不可替代的作用。虽然中国制造已经在全球享有盛誉，但中国企业仍然面临着资源利用率低、质量和效益不高、产品等综合结构不合理、环境适应性较差、国际竞争力及创新能力亟待增强等诸多问题。而现代工业工程正是企业和整个产业经济摆脱困境、赢得竞争优势的有效武器。随着中国制造业的提档升级，我国企业对工业工程专业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，他们在企业系统分析、系统优化、系统集成方面发挥着日益重要的作用。

工业工程导论是工业工程专业的主要专业基础课程之一，是学习工业工程其他专业课的先导课程，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，掌握工业工程基础知识、技术及其应用技能，学会运用工业工程的原理和方法解决生产实际问题。

本书被评为工业和信息化部“十二五”规划教材，充分吸收国内外相关教材的优点，并融入编者最新的研究成果，使教材无论是结构上还是内容上更趋于合理。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。读者通过学习，能够充分了解工业工程的特征和主要研究内容，并建立工业工程的意识；

二是方法研究部分，主要介绍流程分析、程序分析、操作分析和动作分析的技术和方法。读者通过学习，能够对企业经营活动过程中的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、工时定额有关的理论和方法。读者通过学习，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、目视管理和班组管理等。读者通过学习，能够详细了解企业的现场管理方法，有效地提高现场管理的能力。

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蔡啟明教授、张庆副教授、庄品副教授和谢乃明副教授编写。其中书稿的第1、2、3章由蔡啟明教授编写，第4、5章

由蔡啟明教授和谢乃明副教授编写，第6章由庄品副教授编写，第7、8章由张庆副教授编写。在本书的编写过程中，唐志红、段光、何立兵、李健、司远峰、徐展、李同奋和张智超等也做了大量的资料收集和整理工作，在此表示深深的感谢！

本书既可作为高等院校的工业工程专业硕士生教材和高年级本科生教材，也可供企业中从事工业工程工作的技术人员阅读参考。

限于作者水平，书中不妥和错误之处在所难免，这里也诚挚地请广大读者批评指教，本书的编者愿和各位读者一起为工业工程技术在中国的发展做出贡献！

编 者

2015年3月

目 录

第1章 工业工程概述..... 1	
1.1 工业工程的定义和职能/2	
1.1.1 工业工程的定义/2	
1.1.2 工业工程与管理/4	
1.2 工业工程的发展史/5	
1.2.1 工业工程的起源/5	
1.2.2 工业工程的发展史/7	
1.2.3 我国工业工程的发展 与应用/11	
1.3 工业工程的特征和意识/14	
1.3.1 工业工程的基本特征/14	
1.3.2 工业工程意识/17	
1.4 工业工程的主要研究内容/18	
1.4.1 工业工程的知识范畴与 人才素质/18	
1.4.2 工业工程的应用范围和 常用技术/20	
1.4.3 制造业中的工业工程/21	
复习思考题/23	
第2章 流程分析 25	
2.1 流程与流程管理/27	
2.1.1 流程的定义/27	
2.1.2 流程的分类/28	
2.1.3 流程管理/31	
2.2 流程的描述方法/33	
2.2.1 流程图简介/33	
2.2.2 跨职能流程图符号说明/33	
2.2.3 跨职能流程图举例/34	
2.2.4 流程节点描述/35	
2.3 流程分析与优化/37	
2.3.1 流程分析与优化的指导思想 和作用/37	
2.3.2 流程优化步骤/38	
2.3.3 流程诊断/39	
2.3.4 流程复现/41	
2.3.5 流程优化/41	
2.3.6 差异论证/49	
2.3.7 流程实施/50	
2.3.8 流程分析与优化实例/52	
复习思考题/57	
第3章 程序分析 59	
3.1 程序分析概述/60	
3.1.1 程序分析的定义、对象 和目的/60	
3.1.2 程序分析符号/61	
3.1.3 程序分析技巧/61	
3.1.4 程序分析时的相应图表/64	
3.1.5 程序分析的改善对象/64	
3.2 工艺程序分析/65	
3.2.1 工艺程序图的内容/65	
3.2.2 工艺程序图的构成及绘制 方法/66	
3.2.3 工艺程序图的用途/67	
3.2.4 工艺程序图的分析/67	
3.2.5 工艺程序图分析实例/67	
3.3 流程序分析/69	

3.3.1	流程图的意义与内容/69	5.1.5	动作分析式/120
3.3.2	流程程序的构成/70	5.2	动作程序图/121
3.3.3	流程程序的作业分析/71	5.2.1	动作程序图的定义和作用/121
3.3.4	流程程序的实例分析/76	5.2.2	动作程序图的构成与绘制/121
3.4	线路图分析/80	5.2.3	动作程序图实例/122
3.4.1	线路图的意义与内容/80	5.3	动作经济原则/123
3.4.2	线路图种类/80	5.4	预定动作时间标准及 模特排时法/136
3.4.3	线路图的绘制要求/80	5.4.1	预定动作时间标准法的概念 及其特点/136
3.4.4	线路图的分析/82	5.4.2	模特排时法/138
3.4.5	线路图的实例分析/82		
	复习思考题/85		复习思考题/157
第4章	操作分析 87	第6章	作业测定 161
4.1	概述/88	6.1	作业测定概述/162
4.1.1	操作分析的基本概念/88	6.1.1	作业测定的定义/162
4.1.2	影响操作的因素/89	6.1.2	作业测定的目的/163
4.1.3	操作分析的基本要求/90	6.1.3	作业测定的应用/163
4.2	人机程序图/91	6.1.4	作业测定的主要方法 及特点/164
4.2.1	人机程序图的基本概念/91	6.1.5	作业测定方法制定标准 时间的程序/165
4.2.2	人机程序图的分析/93	6.2	工作日写实/166
4.2.3	人机程序图分析实例/95	6.2.1	工作日写实的一般原理/166
4.3	操作程序图/101	6.2.2	工作日写实的种类/166
4.3.1	操作程序图的基本概念/101	6.2.3	工作日写实的步骤/168
4.3.2	操作程序图的分析/103	6.3	测时法/174
4.3.3	操作程序图的分析实例/103	6.3.1	测时法的概念和任务/174
4.3.4	操作标准化/107	6.3.2	测时法的步骤/175
4.4	工组操作程序图/108	6.3.3	测时法的四种方法/177
4.4.1	工组操作程序图的基本 概念/108	6.3.4	测时法实例/180
4.4.2	工组操作程序图的分析/109	6.4	瞬时观察法/181
4.4.3	工组操作程序图分析实例/109	6.4.1	瞬时观察法的概念与特点/181
	复习思考题/113	6.4.2	瞬时观察法的原理/182
第5章	动作分析 115	6.4.3	瞬时观察法的一般步骤/184
5.1	动作分析概述/116	6.4.4	瞬时观察法的主要用途/185
5.1.1	动作分析的基本概念/116	6.4.5	瞬时观察法的实例/186
5.1.2	动作分析的目的意义 和作用/118	6.5	几种评比方法简介/187
5.1.3	动作分析的方法/118	6.5.1	问题的提出/187
5.1.4	影响动作时间的变量 (因素)/119	6.5.2	速率的研究/187

6.5.3	西屋评定法/188	8.1.2	现场管理的特点/229
6.5.4	点数法/189	8.1.3	现场管理的原则/230
6.5.5	工作测定/189	8.1.4	现场管理的目的/232
6.5.6	评比的训练/190	8.1.5	现场管理的任务/232
	复习思考题/190	8.2	5S管理/233
第7章	工时定额 191	8.2.1	什么是5S管理/233
7.1	劳动定额的基本概念和种类/192	8.2.2	5S管理的定义、目的、实施要领/234
7.1.1	劳动定额的概念/192	8.2.3	开展5S活动的原则/244
7.1.2	劳动定额的表现形式/193	8.2.4	5S活动的实施方法/245
7.1.3	产量定额和工时定额的数量关系/193	8.2.5	5S管理的作用/248
7.1.4	劳动定额的种类/194	8.2.6	5S管理的发展/249
7.1.5	劳动定额的作用/195	8.3	定置管理/250
7.1.6	劳动定额制定的影响因素/196	8.3.1	定置管理的运作/251
7.2	工时消耗的分类/196	8.3.2	定置管理的基本内容/255
7.2.1	工时消耗分类的目的/196	8.3.3	定置管理应遵循的原则/256
7.2.2	工时消耗的分类/197	8.3.4	定置管理的作用/258
7.3	工时定额的制定方法及其技术分析/202	8.3.5	定置管理容易出现的一些问题及改进措施/259
7.3.1	经验估工法/202	8.4	目视管理/261
7.3.2	统计分析法/205	8.4.1	目视管理的概述/261
7.3.3	类推比较法/209	8.4.2	目视管理的内容/263
7.3.4	技术定额法/210	8.4.3	目视管理的类别/264
7.3.5	各种制定方法比较/212	8.4.4	目视管理的实施/266
7.4	工时定额制定的新发展/212	8.4.5	目视管理的评估/267
7.4.1	计算机辅助工时定额制定/213	8.5	班组管理/268
7.4.2	应用神经网络辅助计算工时定额/216	8.5.1	班组管理的定位/268
7.4.3	基于ERP系统工时定额的制定/218	8.5.2	班组管理的基本原则/269
	复习思考题/226	8.5.3	班组管理的主要方面/270
第8章	现场管理 227	8.5.4	班组管理的基本方法/271
8.1	现场管理概述/228	8.5.5	班组长的地位和作用/272
8.1.1	现场管理的含义/228		复习思考题/276
		附录1	佑佐EKM系统 278
		参考文献 285

第 1 章 工业工程概述

导入案例

JH 公司是一家除尘设备制造企业，公司的主营业务是高效袋式除尘器的设计、研发、生产和销售以及烟气除尘、脱硫、脱硝工程总承包。过去由于行业中有实力的竞争企业较少，因此企业保持着较高的利润，在高利润状态下，企业自上而下都缺乏效率和成本意识。近几年，行业竞争加剧，虽然 JH 公司的销售收入仍持续上升，销售收入保持着行业前三的地位，但其利润率却逐年下滑，连续三年利润总额下滑 20%。企业高层意识到危机在加剧，必须要进行变革。在多次高层会议讨论后，公司决定聘请工业工程专家来帮助企业制定科学合理的系列方案以达到提高效率、降低成本的目的。随后，以王教授为首的工业工程专家团队进驻 JH 公司，在进行半个月的实地考察和企业诊断后，王教授决定对企业的中高层进行一次工业工程基础知识的培训，让 JH 公司的中高层树立工业工程意识，那么王教授该传授哪些知识呢？本章将为您分解。

1.1 工业工程的定义和职能

1.1.1 工业工程的定义

工业工程(Industrial Engineering, 简称 IE)是一门提高生产效率和效益的技术。工业工程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,从而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的各领域,科学技术和工程技术往往都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,已涉及许多领域(如建筑业、交通运输、农场管理、医院、银行、超级市场、军事后勤、公共事业、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。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、人文科学中特定知识的同时,采用工程技术分析与综合的原理及方法。”

此后,根据美国工业工程师学会的修改和补充,日本工业工程协会对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, 最具权威性且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, 简称 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、能源和信息等组成有效的系统, 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原则和方法, 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。一方面, 工业工程(Industrial Engineering, 简称 IE)是从技术的角度研究和解决生产组织、管理中的问题。例如通过流程优化、工艺分析、作业研究和时间研究等技术手段, 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。

1.1.2 工业工程与管理

1. 工业工程的基本职能

正如工业工程的定义所述,工业工程的基本职能是为把人员、物料、设备、能源和信息组成更加有效和更富有生产力的综合系统所从事的规划、设计、评价和创新的的活动。它也为管理提供科学依据。

◎ 规划

规划是确定一个组织或系统在未来一定时期内从事生产或服务所应采取的特定行动的预备活动,包括总体目标、政策、战术和战略的制定,也包括使长期规划具体化的中短期计划。规划和计划都应确定出未来一定时期内的奋斗目标、实施步骤、主要措施和前景预测。

◎ 设计

设计是一种为实现某一既定目标而创建具体实施系统的前期工作。包括技术准则、规范、标准的拟订,最优选择的确定以及蓝图绘制。设计时应特别注意建立系统的总体设计方案,以把各种资源组成一个综合有效的运行系统为目标。

◎ 评价

评价是对现存的各种系统、各种规划和计划方案以及个人和组织的业绩,做出是否符合既定目标或准则的评审与评定的活动。工业工程评价是为高层管理者决策提供科学依据,避免决策失误的重要手段。

◎ 创新

创新是对现存各种系统及其组成部分进行的改进和提出崭新的、富于创造性和建设性见解的活动。创新是系统维护和发展的的重要途径。

2. 管理的基本职能

◎ 决策

指从多种可供选择的行动方案中选择其中最优的一种去达到预定目的的行为。

◎ 组织

指把应做的工作分成若干可掌握和可操作的任务,并分配各种资源,特别是人力资源,以达成预期效果的管理行为。

◎ 领导

指掌舵的权力行为,把握工作导向目标。领导是一种管理权力,也需要讲究艺术。

◎ 协调

指领导的一种特殊形式,要把多方面的力量,特别是在他们之间发生矛盾的情况下,导向一个既定的目标。管理者可将协调权力授予其所属的每一个职工,变成他们的职责,并要善于诱导他们去互相协调。

◎ 控制

从管理系统中不断采集信息,判断某些作业是否偏离既定的计划或准则,及时做出纠正的决策。

3. 工业工程和管理两者的关系

工业工程与管理无疑有着密切的关系。从其发展历程来说,工业工程的前身是泰勒的科学管理,与之一脉相承。但它并不等于管理。

工业工程与管理的目的是是一致的,只是做法不同,可谓殊途同归。

工业工程与管理的职能有差异。工业工程研究如何发挥科学技术的力量,以提高工效;管理则研究如何运用各种调控手段,以取得最大利益。

管理工作是周而复始的例行业务,不可一日中断;而工业工程的工作则常以工程项目的形式定期或不定期地进行。

管理者与被管理者之间总会产生这样或那样的对立;而工业工程人员是为双方服务的,必须持中立客观的立场。

工业工程是沟通管理与生产技术的桥梁,其为管理提供决策的科学依据,赋予管理以科学的内涵,因而受到管理部门的支持。

管理和工业工程都是应社会、科学技术和经济的发展而产生,并随之而演进的。生产工业化以后,管理意识必然会得到增强,同时也需要有独立的工业工程学科和组织为之辅助。

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)——是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,组成了用途不同的各种技术系统(例如机械工业中的切削、切割、压力加工、铸、锻、焊等)。

工程(Engineering)——是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)——是人们运用行政、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,高层管理者还握有技术开发和工程活动的决策权。

工业中的工程活动有以下两类。

专业工程(Specialized Engineering)——例如机械工程、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)——它是综合运用工业专门知识和系统的概念与方法,为把人员、物料、设备、能源和信息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有了清楚的认识,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“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,每天在一个长约2英里,宽约1/4英里的工场上,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,而铲矿砂时每铲竟重达38磅。这种自备铲子的情形与每铲重量的差额,让泰勒十分好奇。他提出了:“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?”等这些问题,认为应加以研讨。于是泰勒选取优良铲手两名,分别在场内不同地点作试验工作,同时用马表(Stop Watch)记录其时间,并分别用大小不同的铲子去铲比重不同的物料,最后分别记录所用铲子的大小及式样和每铲重量。经过多次试验后,泰勒发现每铲重量约为21.5磅时,可以得到最经济、最有效的结果,也就是工作者每日每人可铲最多物料。虽然铲重物时用小铲,铲轻物时用大铲,但每铲重量均为21.5磅左右。泰勒得到这个结果后,设计出各种尺寸大小不同的铲具,训练工人,并拟定奖励办法,当工人完成规定的工作时,可以得到日薪60%的奖金,否则就派人传授正确的工作方法,务必使其得到同样奖金。经过这样的改善后,原来需要400~600名工人才能完成的工作,140名工人即可完成。因此每吨所需铲费减少达50%,而工人工资增加60%,除去因研究所需的各项开支外,每年还可节省78 000美元。这样一来,不仅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),其中《科学管理原理》是系统阐述他的研究成果和科学管理思想的代表作,对现代管理发展做出重大贡献,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, 1868—1924)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,在吉尔布雷斯17岁时,受雇于一名建筑商,他发现工人造屋砌砖时,所用的工作方法及工作效率互不相同,于是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,发现工人每砌一块砖,都是先以左手俯身拾取,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,工人用右手铲起泥灰,敷于堆砌处,用左手置放砖块,再用右手铲泥灰工具敲击数下,最后固定住。这一周期性动作,经吉尔布雷斯细心研讨,并制成影片详加分析,他发现工人俯身拾砖,容易增加疲劳,左手取砖时,右手闲散,并不是有效的方法,而再敲砖动作也属于多余。吉尔布雷斯经过多次试验,得出一个砌砖新法。这个方法是在当砖块运至工作场时,先令工人加以挑选,置于一木框内,每框盛砖90块,将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,工人的工作效率大大提高,其砌每块砖的动作由18次减至5次,老法每小时只能砌120块,工人经训练后,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,他确定了最好的砌砖方法,由此发展成日后的动作研究(Motion Study)。

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,也称为古典工业工程。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做出了贡献,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(Ricardo)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的过程,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。

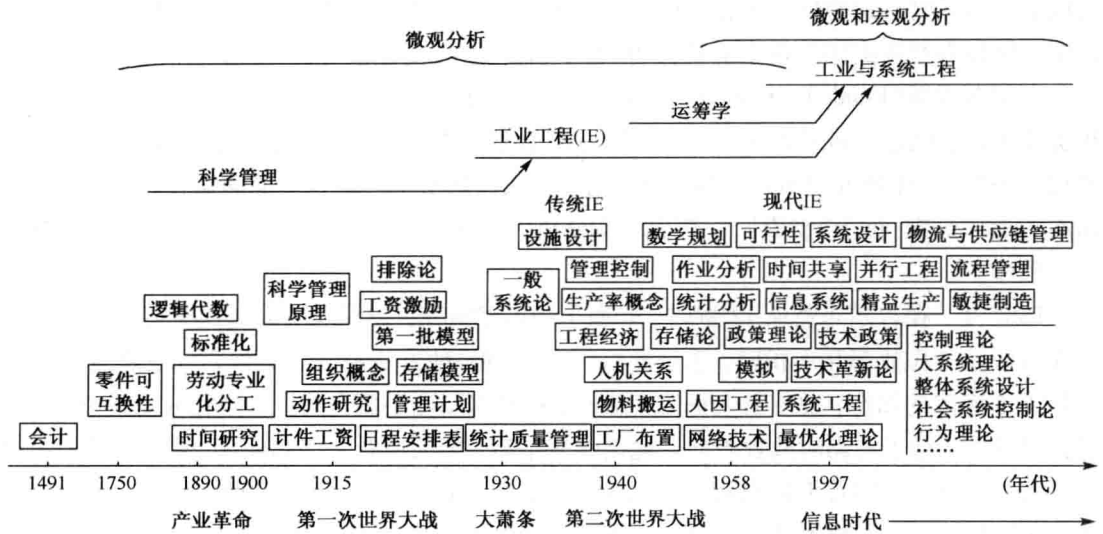


图 1-1 工业工程的发展历程

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)，这个年代的特点如下。

(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，而人的问题被视为管理。

(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，这不仅对当时的工业界的管理产生了有益的效果，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：第一个阶段是从 20 世纪 20 年代后期至 40 年代中期，在这个阶段发展的工业工程内容称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 70 年代中期，是工业工程与运筹学(Operation Research, 简称 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 Engi-

neering, 简称 SE) 结合并共同发展的年代, 也被称为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。

◎ 传统的工业工程(20 世纪 20 年代后期至 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, 分别如下。

(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专业工程性质。

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, 这为 IE 提供了科学基础。也是在这一时期, 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。

◎ 工业工程与 OR 结合(20 世纪 40 年代中期至 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, 用于解决较大的系统问题。

20 世纪 50 年代的 10 年是工业工程和 OR 结合试验最活跃的时期, 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, 简称 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。

◎ 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。然而, 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。

在 20 世纪 50、60 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及社会科学知识的、并声称也以 OR 为理论基础但很注重工程应用的系统