




浙江省“十一五”重点建设教材

 21世纪工业工程专业规划教材

薛伟 蒋祖华 主编

# 工业工程概论

Introduction to  
Industrial Engineering

第2版



赠电子课件



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪工业工程专业规划教材

# 工业工程概论

第 2 版

主 编	薛 伟	蒋祖华	
副主编	周宏明	陈亚绒	
参 编	梁德丰	李峰平	付培红
	周余庆	张志英	
主 审	江志斌		

机械工业出版社

本书从工业工程发展的历程和现状入手,以工业工程理论和方法为基础,以工业工程在企业的应用为导向,系统地介绍了工作研究、人因工程学、生产计划与控制、设施规划与物流分析、现代质量工程、现代制造系统等工业工程主要技术的原理、方法和应用,并在相关章介绍了典型应用案例。经典工业工程方法与现代技术有机融合,注重工业工程意识与技能的培养,是本书的突出特点。

本书可作为高等院校工业工程专业,机械制造工程、机械电子工程等制造工程类专业,以及管理科学与工程类专业本科及工程硕士教材,也可供广大工程技术人员和管理人员学习或培训使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

工业工程概论/薛伟,蒋祖华主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2015.7

21世纪工业工程专业规划教材

ISBN 978-7-111-50755-0

I. ①工… II. ①薛… ②蒋… 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149896号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:裴泱 责任编辑:裴泱 刘静 易敏

版式设计:霍永明 责任校对:纪敬

封面设计:张静 责任印制:李洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2015年8月第2版第1次印刷

184mm×260mm·20.75印张·499千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-50755-0

定价:43.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

# 21 世纪工业工程专业规划教材

## 编 审 委 员 会

---

**名誉主任：**汪应洛 西安交通大学

**主 任：**齐二石 天津大学

**副 主 任：**

夏国平 北京航空航天大学

薛 伟 温州大学

易树平 重庆大学

李泰国 首都经济贸易大学

钱省三 上海理工大学

吴爱华 山东大学

苏 秦 西安交通大学

许映秋 东南大学

郭 伏 东北大学

邓海平 机械工业出版社

**秘 书 长：**易树平 重庆大学

**秘 书：**张敬柱 机械工业出版社

**委 员**（按姓氏笔画排序）：

方庆琯 安徽工业大学

姜俊华 南昌航空大学

王卫平 东莞理工学院

徐人平 昆明理工大学

王德福 东北农业大学

徐瑞园 河北科技大学

卢明银 中国矿业大学

海 心 南京工程学院

李兴东 山东科技大学

龚小军 西安电子科技大学

任秉银 哈尔滨工业大学

傅卫平 西安理工大学

齐德新 辽宁工程技术大学

曹国安 合肥工业大学

刘裕先 北京信息科技大学

曹俊玲 机械工业出版社

李 萍 黑龙江科技大学

韩向东 南京财经大学

陈友玲 重庆大学

程 光 北京联合大学

陈 立 东北农业大学

程国全 北京科技大学

张绪柱 山东大学

蒋祖华 上海交通大学

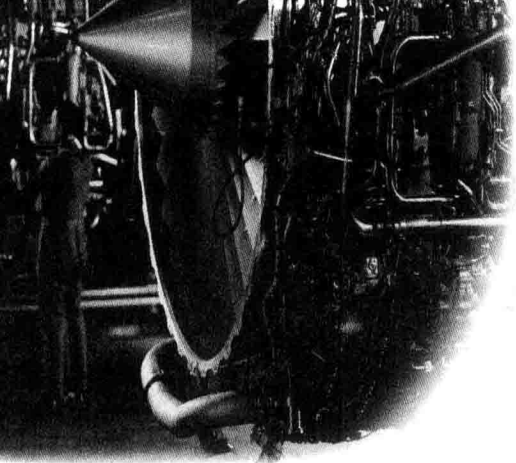
张新敏 沈阳工业大学

鲁建厦 浙江工业大学

周宏明 温州大学

戴庆辉 华北电力大学

周跃进 南京大学



## 序

每个国家的经济发展都有自己特有的规律，而每个国家的高等教育也都有自己独特的发展轨迹。

工业工程（Industrial Engineering, IE）学科自从20世纪初在美国诞生以来，在世界各国得到了较快的发展。工业化强国在第一、二次世界大战中都受益于工业工程。特别是战后经济恢复期，日本、德国等均在工业企业中大力推广工业工程的应用和培养工业工程人才，获得了良好的效果。美国著名企业家艾柯卡先生，是美国福特和克莱斯勒汽车公司的首位总裁，他就是毕业于美国里海大学工业工程专业。日本丰田生产方式从20世纪80年代创建以来，至今仍风靡世界各国，其创始人野耐一的接班人——原日本丰田汽车公司生产调查部部长中山清孝说：“所谓丰田生产方式就是美国的工业工程在日本企业的应用。”亚洲的韩国、新加坡、中国台湾和中国香港的工业工程均于20世纪60年代起步，当时正值亚太地区经济快速发展时期。中国台湾的工业工程发展与教育是相当成功的，经过30年的努力，建立了工业工程的科研、应用和教育系统。20世纪90年代初，中国台湾60所大学有48所开设了工业工程专业，至今人才需求仍兴盛不衰，更重要的是1992年设立了工业工程学门。目前，在大陆的台资企业都设有工业工程部和工业工程工程师岗位。亚太地区的学校广泛设立工业工程专业。工业工程高水平人才的培养，对国内外经济发展和社会进步起到了重要的推动作用。

1990年6月中国机械工程学会工业工程研究会（现已更名为工业工程分会）的正式成立，以及首届全国工业工程学术会议在天津大学的胜利召开，标志着我国工业工程学科步入了一个崭新的发展阶段。人们逐渐认识到工业工程对中国管理现代化和经济现代化的重要性，并在全国范围内自发地掀起了学习、研究和推广工业工程的活动。更重要的是在1993年7月由原国家教委批准，天津大学、西安交通大学首批试办工业工程专业并招收本科生，由此开创了我国工业工程学科的先河。而后重庆大学等一批高校也先后开设了工业工程专业。时至今日，工业工程专业在我国高校已经普遍开设。其发展速度之快，就像我国的经济发展一样，令世界各国瞩目。我于2000年9月应邀赴美讲学，2001年应我国台湾工业工程学会邀请到台湾“清华大学”讲学，2003年应韩国工业工程学会邀请赴韩讲学，其题目均为“中国工业工程与高等教育发展概况”。他们均对中国大陆的工业工程学科发展给予了高度的评价，并表达了与我们保持长期交流与往来的意愿。

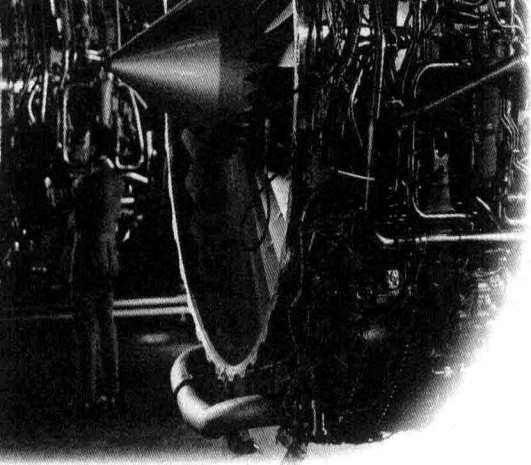
虽然我国工业工程高等教育自1993年就已开始，但教材建设却发展缓慢。最初，大家都使用由北京机械工程师进修学院组织编写的“自学考试”系列教材。至1998年时，全国设立工业工程专业的高校已达三四十所，但仍没有一套适用的专业教材。在这种情况下，工业工程分会与中国科学技术出版社合作出版了一套工业工程专业教材，并请西安交通大学汪应洛教授任编委会主任。这套教材的出版有效地缓解了当时工业工程专业高等教育教材短缺的压力，对我国工业工程专业高等教育的发展起到了重要的推动作用。

然而，近年来我国工业工程学科发展十分迅猛，开设工业工程专业的高校数量直线上升，同时教育部也不断出台新的政策，对工业工程的学科建设、办学思想、办学水平等进行规范和评估。在新的形势下，为了适应教学改革的要求，满足全国普通高等院校工业工程专业教学的需要，机械工业出版社推出这套“21世纪工业工程专业规划教材”是十分及时和必要的。在教材编写启动会上，编审委员会组织国内工业工程专家、学者对本套教材的学术定位、编写思想、突出特色进行了深入研讨，力求在确保高学术水平的基础上，适应普通高等院校教学的需求，做到适应面广，针对性强，专业内容丰富。同时，本套教材还将配备电子课件，相应的实验、实习教程，案例教程以及企业现场录像，实现立体化。尽管如此，由于工业工程在我国正处于快速成长期，加上我们的学术水平和知识有限，教材中难免存在各种不足，恳请国内外同仁多加批评指正。

教育部工业工程类专业教学指导委员会主任  
中国机械工程学会工业工程分会主任



于天津



# 前 言

20 世纪初产生于美国的工业工程 (Industrial Engineering, IE) 是一门以提高质量和效率、降低成本为目标的集多种工程技术和管理于一体的交叉性学科, 其理论和方法对西方发达国家的工业化和韩国、日本、新加坡、中国等亚太国家的经济腾飞起着非常重要的作用。我国大陆从 20 世纪 80 年代开始正式应用工业工程, 经过 30 多年的发展, 工业工程的应用领域已由最初的传统制造业扩展到服务业、金融业、运输业等多个行业; 工业工程的应用内容也由传统的工作研究、设施规划与物流分析延伸到与信息技术、业务流程再造等紧密结合的现代制造系统等。人们逐渐认识到工业工程在管理现代化和经济现代化进程中的重要性, 而国内工业工程的专业教育是从 20 世纪 90 年代才完全开始, 系统介绍工业工程基本知识、理论、核心方法的教材和专著极少, 于是我们筹划编写了本书。

本书系 2009 年出版的 21 世纪工业工程专业规划教材《工业工程概论》的第 2 版。由于工业工程是一门实践性非常强的学科, 工业工程理论的应用是与企业生产管理实践密不可分的。在近几年教学实践的基础上, 我们对教材进行了修订。与第 1 版相比, 第 2 版不仅对原书结构进行了重组, 而且弥补了原书的一些疏漏和不足。主要修订内容包括: ①结构重组体现在三个方面, 一是将原第 1 章“工业工程概述”与第 2 章“工业工程理论”合并, 将原第 9 章的应用案例“船厂埋弧焊作业工作研究”融入“工作研究”一章, 将应用案例“多品种中小批量条件下的生产计划”融入“生产计划与控制”一章; 二是“现代制造系统”一章添加综合案例“联合攻击战斗机的研制与现代制造系统”; 三是在 2~7 章增加了导引案例, 便于学生从总体上了解每一章节的详细内容。②根据编者近几年从事企业管理咨询的课题成果, 对“设施规划与物流分析”一章的内容进行了较大改动。③删减了“工作研究”一章中生产线平衡的内容以及“人因工程学”一章中劳动安全与事故预防的内容, “现代质量工程”这一章添加了质量功能展开与  $6\sigma$  的内容。这些都使得全书的体系更加清晰与合理。

本书第 2 版精简为 7 章, 在介绍工业工程发展与应用的基础上, 重点对工业工程的核心技术方法进行了介绍。通过“导引案例—理论方法—综合案例”的三段式结构, 更好地实现了理论与实践的结合, 突出了工业工程意识与技能的培养。本书的特色在于重视经典工业工程方法与现代技术的融合, 在内容上力求全面涵盖经典工业工程与现代工业工程的核心知识、理论和方法; 在结构上力求以工业工程在企业的应用为导向, 考虑知识的衔接性与层次性来安排内容体系; 在编写上力求将核心理论知识贯穿于应用案例, 让学生更容易地理解和掌握, 树立工业工程的思维和意识。

本书由温州大学薛伟教授、上海交通大学蒋祖华教授担任主编, 由温州大学周宏明教授和陈亚斌副教授担任副主编。浙江工业大学梁德丰, 同济大学张志英, 温州大学李峰平、付培红、周余庆等参加了编写。上海交通大学江志斌教授担任主审。具体编写分工如下: 第 1 章由薛伟和周余庆编写; 第

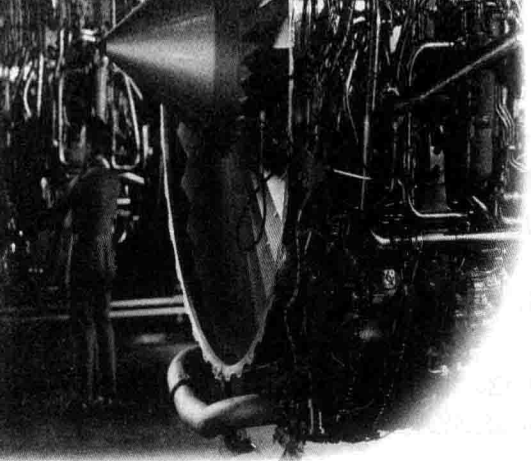
2章由陈亚绒编写；第3章由薛伟编写；第4章由李峰平编写；第5章由付培红编写；第6章由梁德丰编写；第7章由周宏明编写；第3章以及第4章的综合案例由蒋祖华和张志英编写。温州大学的黄沈权、庞继红对本书的编写给予了大力协助。

本书在编写过程中，广泛参考了大量国内外书刊和文献资料，在此我们谨向有关作者表示衷心的感谢。

由于工业工程是一门尚在发展中的交叉学科，知识面越来越广泛，加之作者学识有限，书中不妥和错漏之处在所难免，敬请广大读者予以指正，以便在今后的再版中加以改进。

编 者





# 目 录

## 序 前言

<b>第1章 工业工程概述</b> .....	1
1.1 工业工程的发展和应用 .....	1
1.1.1 工业工程的产生和发展历程 .....	1
1.1.2 工业工程在我国的发展及应用 .....	4
1.2 工业工程的概念和内容 .....	5
1.2.1 工业工程的概念 .....	5
1.2.2 工业工程的学科特点 .....	6
1.2.3 工业工程的内容体系 .....	8
1.3 工业工程的基本方法 .....	11
1.3.1 系统工程方法 .....	11
1.3.2 创造性方法 .....	16
1.4 现代工业工程面临的挑战及其发展趋势 .....	22
1.4.1 现代工业工程面临的挑战 .....	22
1.4.2 现代工业工程的发展趋势 .....	24
思考与练习题 .....	24
<b>第2章 工作研究</b> .....	25
2.1 工作研究概述 .....	25
2.1.1 工作研究的内涵 .....	25
2.1.2 工作研究的内容 .....	27
2.1.3 工作研究的步骤 .....	27
2.2 方法研究 .....	29
2.2.1 方法研究概述 .....	29

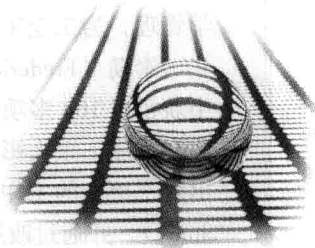
2.2.2	程序分析 .....	31
2.2.3	作业分析 .....	40
2.2.4	动作分析 .....	46
2.2.5	动作经济原则 .....	49
2.3	作业测定 .....	50
2.3.1	作业测定概述 .....	50
2.3.2	秒表时间研究 .....	51
2.3.3	工作抽样 .....	61
2.3.4	预定时间标准法 .....	67
2.3.5	标准资料法 .....	74
2.3.6	作业测定方法比较 .....	79
2.4	现场管理 .....	80
2.4.1	现场管理概述 .....	80
2.4.2	5S 管理 .....	80
2.4.3	目视管理 .....	84
2.4.4	定置管理 .....	86
2.5	造船厂埋弧焊作业工作研究 .....	89
2.5.1	造船厂开展工作研究的概况 .....	89
2.5.2	埋弧焊工作现状描述 .....	90
2.5.3	埋弧焊作业工作单元提取 .....	91
2.5.4	工作单元时间的计算 .....	95
2.5.5	单道焊作业时间计算 .....	97
2.5.6	工作效率的实例比较 .....	98
	思考与练习题 .....	100
<b>第3章</b>	<b>人因工程学 .....</b>	<b>103</b>
3.1	人因工程学概述 .....	104
3.1.1	人因工程学的命名和定义 .....	104
3.1.2	人因工程学的起源与发展 .....	104
3.1.3	人因工程学的研究内容 .....	106
3.1.4	人因工程学的研究方法 .....	107
3.1.5	人因工程学的应用领域 .....	108
3.2	人体测量 .....	108
3.2.1	人体测量的主要统计参数 .....	109

3.2.2	常用的人体测量数据	109
3.3	作业环境设计	113
3.3.1	微气候	113
3.3.2	照明	115
3.3.3	色彩	118
3.3.4	噪声	120
3.4	作业空间设计	122
3.4.1	作业空间设计的人体尺度	122
3.4.2	不同作业姿势的作业空间设计	124
3.4.3	工作场所性质与作业空间设计	127
3.5	人机系统设计	129
3.5.1	人机系统概述	129
3.5.2	人机系统设计程序	131
3.5.3	人机系统设计要点	133
3.5.4	人机系统的评价	135
3.6	应用案例	138
3.6.1	残疾人士的无障碍设计——厨房设计	138
3.6.2	头部的测量以及头盔设计	140
	思考与练习题	148
<b>第4章 生产计划与控制</b>		<b>150</b>
4.1	生产计划与控制概述	150
4.2	生产计划	151
4.2.1	综合生产计划	152
4.2.2	主生产计划	156
4.2.3	粗能力计划	158
4.2.4	物料需求计划	162
4.2.5	细能力计划	170
4.3	车间作业计划与控制	172
4.3.1	车间作业计划与控制概述	172
4.3.2	生产作业排序	172
4.3.3	作业调度	180
4.4	多品种中小批量条件下的生产计划	181
4.4.1	案例背景	182

4.4.2	主要信息和相关数据	183
4.4.3	模型	184
4.4.4	利用 Excel 模型求解	186
4.4.5	结论	189
	思考与练习题	190
<b>第5章</b>	<b>设施规划与物流分析</b>	<b>192</b>
5.1	设施规划概述	192
5.1.1	设施规划的发展历程和含义	192
5.1.2	设施规划的研究范围	193
5.1.3	设施布置问题的类型	194
5.1.4	设施规划的原始信息和数据准备	195
5.2	设施选址及其评价	200
5.2.1	设施选址的意义和一般程序	200
5.2.2	设施选址的主要影响因素	202
5.2.3	设施选址的评价方法	203
5.2.4	设施选址案例	204
5.3	设施布置规划与物流分析	207
5.3.1	设施布置的研究内容	207
5.3.2	设施布置设计过程和几种代表方法	207
5.3.3	基于 SLP 的设施布置案例	211
5.4	仓库规划	228
5.4.1	仓库规划的目标和合理布置的要求	228
5.4.2	仓库的规划与布置	228
	思考与练习题	235
<b>第6章</b>	<b>现代质量工程</b>	<b>237</b>
6.1	质量工程概述	237
6.1.1	基本概念	237
6.1.2	质量工程的内容和特点	238
6.2	设计质量工程	238
6.2.1	三次设计	239
6.2.2	可靠性设计	240
6.2.3	质量功能展开	242

6.3 制造过程质量工程 .....	246
6.3.1 质量统计过程控制 .....	246
6.3.2 过程能力分析 .....	252
6.3.3 质量改进工具 .....	255
6.4 检验质量工程 .....	262
6.4.1 质量检验概述 .....	262
6.4.2 抽样检验的方法 .....	262
6.5 管理质量工程 .....	268
6.5.1 全面质量管理 .....	268
6.5.2 质量管理体系及质量认证 .....	270
6.5.3 6 $\sigma$ 管理 .....	272
6.6 某汽车零部件制造公司质量管理 .....	274
6.6.1 问题的提出 .....	275
6.6.2 数据采集 .....	275
6.6.3 稳定性及过程能力分析 .....	276
6.6.4 质量原因分析 .....	278
6.6.5 外花键质量改进建议 .....	278
思考与练习题 .....	280
<b>第7章 现代制造系统 .....</b>	<b>283</b>
7.1 制造系统概述 .....	283
7.1.1 制造系统的基本概念 .....	283
7.1.2 制造系统面临的挑战及其发展趋势 .....	287
7.2 现代制造系统的主要技术和方法 .....	289
7.2.1 精益生产 .....	289
7.2.2 并行工程 .....	293
7.2.3 大规模定制 .....	296
7.2.4 敏捷制造 .....	301
7.2.5 虚拟制造 .....	304
7.2.6 计算机集成制造 .....	308
7.2.7 联合攻击战斗机的研制与现代制造系统 .....	311
思考与练习题 .....	314
参考文献 .....	315

# 第1章 工业工程概述



工业工程是“生产力水桶”的两个提耳之一，离开工业工程，生产力的潜力和效率都很难得到有效的开发和提高。工业工程是实现管理积累与创新的重要技术，是提高企业竞争能力的关键技术之一。

在本章中，首先，介绍了工业工程的产生和发展历程，以及其在我国的发展和应用情况。其次，简要概括了目前国际上流行的工业工程概念，在此基础上归纳总结了工业工程的内涵，并就其学科特点和内容体系进行了详细的阐述。最后，在工业工程的研究和应用领域，介绍工业工程的基本方法，探讨了现代工业工程面临的新挑战及其发展趋势。



## 1.1 工业工程的发展和应用

### 1.1.1 工业工程的产生和发展历程

#### 1.1.1.1 工业工程的产生

任何一门科学能被人们接受并成为人们改造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。总体来讲，工业工程（Industrial Engineering, IE）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、越来越多样化。这在客观上要求必须存在着分析、设计、改善这些系统和管理的技术体系。因而，在20世纪初生产力开始快速发展时，才产生工业工程。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巨大的支持；而市场经济为企业提供了竞争的社会环境。

一般认为工业工程最早起源于美国。19世纪末20世纪初，美国工业迅速发展，生产方式由家庭小作坊方式向社会化大生产方式转化，导致劳动力严重不足，而劳动效率又很低下。当时的工业生产很少有生产计划和组织，生产一线的管理人员对工人作业只是口头上的指导，作业方法很少得到改进和提高。管理人员的工作方法缺乏科学性和系统性，主要凭经验办事，很少有人注意一个工厂或一种工艺过程的改进和协调，因而效率低，浪费大。以泰勒和吉尔

布雷斯为代表的一大批科学管理先驱者，为改变这种状况进行了卓有成效的工作，开创了科学管理，为工业工程的产生奠定了基础。

泰勒（Frederick Winslow Taylor, 1856—1915）是一位工程师、效率专家和发明家，一生中获得超过 100 多项专利。他认为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，大大影响了工作效率。他相信通过对工作的分析，总可以找到改进的方法，设计出效率更高的工作程序。他系统地研究了工场作业和衡量方法，创立了“时间研究”（Time Study），并通过改进操作方法，科学地制定劳动定额，采用标准化，极大地提高了效率，降低了成本。泰勒将他的研究成果应用于管理实践，并提出了一系列科学管理理论和方法。1911 年，泰勒公开发表了《科学管理原理》一书。该书的发表被公认为是工业工程的开端。所以，泰勒在美国管理史上被称作“科学管理之父”，也被称作“工业工程之父”。

吉尔布雷斯（Frank Bunker Gilbreth, 1868—1924）是和泰勒同一时期的另一位工业工程奠基人，其主要贡献是创立了与时间研究密切相关的“动作研究”（Motion Study）——对人在从事生产作业过程中的动作进行分解，确定基本的动作要素（称为“动素”），然后进行科学分析，建立起省工、省时、效率最高和最满意的操作顺序。典型例子是“砌墙实验”。通过对建筑工人的砌砖过程进行动作研究，确定砌砖过程中的无效动作、笨拙动作，并通过改进作业的布置和作业工具，使原先砌一块砖需要 18 个动作简化到 5 个，使砌砖效率由每小时 120 块提高到每小时 350 块。1912 年吉尔布雷斯进一步改进动作研究方法，把工人操作时的动作拍成影片，创造了影片分析方法，对动作进行更细微的研究。1921 年，他又创造了工序图，为分析和建立良好的作业顺序提供了工具。

甘特（Herry L. Gantt, 1861—1919）也是工业工程先驱者之一，他的突出贡献是发明了著名的“甘特图”。这是一种预先计划和安排作业活动、检查进度以及更新计划的系统图表方法，为工作计划、进度控制和检查提供了十分有用的方法和工具。直到今天，它仍然被广泛地应用于生产计划和控制这一工业工程的主要领域。

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过贡献，如 1776 年英国经济学家亚当·斯密（Adam Smith）在其《国富论》一书中提出了劳动分工的概念。

#### 1.1.1.2 工业工程的发展历程

工业工程形成和发展演变的历史，实际上就是各种用于提高效率、降低成本的知识、原理和方法产生与应用的历史，随着社会和科学技术的发展，工业工程技术也不断充实新的内容。

从 19 世纪开始，IE 发展经历了四个相互交叉的阶段，每个阶段都有其各自的特点。

第一阶段（19 世纪末~20 世纪 30 年代初）：这是 IE 萌芽和奠基的时期。这一时期以劳动专业化分工、时间研究、动作研究、标准化等方法的出现为标志，主要是在制造业（尤其是机械制造企业）中应用动作研究和时间研究等科学管理方法，提高工人作业效率。并且，主要是针对操作者和作业现场等较小范围、建立在经验基础上的研究。产业革命促进了大批革新项目，制造业的规模和复杂性大幅度增加。零件互换性和劳动分工是促使大量生产成为可能的两个重要的工业工程观念。在德国兴起的标准化同样也是促进大量生产和工业化的重要 IE 成就。1832 年，英国的查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage, 1792—1871）发表了《机械制造业经济论》（*On the Economy of Machinery Manufactures*）一书，提出了时间研究的重要

概念。

1910年,吉尔布雷斯夫妇从事动作研究和工业心理学研究;1913年,亨利·福特(Henry Ford, 1863—1947)发明了流水装配线;1914年,甘特从事作业进度规划研究和按技能高低与工时付酬的计件工资制的研究;1917年,哈里斯(F. W. Harris)研究应用经济批量控制库存量的理论。

被誉为工业工程之父的泰勒,通过著名的“铁铲实验”“搬运实验”和“切削实验”,总结了称为“科学管理”的一套思想。

第二阶段(20世纪30年代初~20世纪40年代中期):这是工业工程的成长时期。这一时期由于吸收了数学和统计学的知识,创立了许多IE的原理和方法,包括人机工程,设施规划与设计,物料搬运,生产计划与控制,质量控制,成本管理以及工程经济分析,组织的设计、分析、评价和改善,群体工作效率分析与人员激励,等等,形成了现代IE的主体。在这一时期,美国高校成立了更多的IE专业或系,并且出现了专门从事IE的职业。

第三阶段(20世纪40年代中期~20世纪70年代末):这是工业工程的成熟时期。在这一时期,运筹学和系统工程成为IE的理论基础,计算机为IE提供了有效的技术手段,特别是应用数学规划、优化理论、博弈论、排队论、存储论等理论和方法用于描述、分析和设计各种系统,直至系统的寻优。在这一时期IE得到了重大发展,美国于1948年成立了美国工业工程师学会(American Institute of Industrial Engineer, AIIE)。1955年,这一组织首次给出了IE的正式定义。从20世纪50年代起逐渐建立了较完整的IE学科体系,到1975年美国已有150所大学提供IE教育。另外,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”,而且已被成功引入亚太地区。其中最典型和应用最成功的是日本。日本在第二次世界大战后的经济恢复期,从美国的管理思维和技术手段中成功地将工业工程引入各行各业,并进行日本式消化和改造,开创出丰田生产方式(Toyota Production System, TPS)、全面质量管理(Total Quality Management, TQM)等先进的管理理念和方法。而韩国、新加坡、中国台湾和香港地区更是加大了工业工程的开发与应用力度,在工业工程高等教育、培训、企业应用等方面都走在国际前列,开创了“亚洲四小龙”的经济飞速发展的奇迹。现代IE的充分应用既使得以美国为代表的西方国家经济发展到鼎盛时期,同时也使得日本、德国等第二次世界大战的战败国经济得到复苏和迅速崛起。

第四阶段(20世纪70年代末~现在):这是工业工程的扩展与创新期。计算机技术、系统工程、通信技术等的发展,使工业工程所面临的问题更加复杂,同时又为它的发展提供了新的技术和手段。因而,当今是IE学科最富有创造力的时代。在这一时期系统工程原理和方法用于IE,完善了IE的理论基础和分析方法,特别是系统分析与设计、信息系统、决策理论、控制理论等成为IE新的技术手段,IE的应用范围从微观系统扩展到宏观系统,从工业和制造部门应用到政府部门和各种组织,IE全面应用于生产、服务、行政、文体、卫生、教育等各行各业。

从工业工程发展的四个阶段来看,工业工程技术是从着眼局部改造的工作研究开始,逐步扩展到第二个阶段的设施设计、物料搬运、人机工程、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、管理的全过程和整体系统的效益提高。而第三、第四个阶段在全面性、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计算机辅助设计/计算机辅助制造 (CAD/CAM)、物料需求计划 (MRP)、制造资源计划 (MRP II)、准时制 (JIT)、敏捷制造 (AM)、并行工程 (CE)、企业流程重组 (BPR) 等最新的技术方法。

### 1.1.2 工业工程在我国的发展及应用

尽管工业工程在工业化发达国家有着长期的发展历史,但在我国,长达几十年的计划经济体制以及从计划经济向市场经济过渡下的企业发展和竞争一直是在追求产品和服务的数量,而没有对效益和效率产生迫切的需求,因此工业工程这门以“软”为特征的工程技术一直没有得到推广。

实行改革开放政策后的 20 世纪 80 年代,首先在工业部门认识到工业工程的推广和应用将会对其经济发展产生巨大的影响,原机械电子工业部最早提出“加强企业管理,实行整体优化”的要求,并卓有远见地提出要对企业管理整体优化的理论、方法进行研究和探索。有关部门和许多有识之士普遍认为,工业工程技术比较适合中国当时经济发展的需要,在中国工业界推广应用的前景十分广阔。应用它的一些技术,往往不需要或只需要很少的投资,就可以产生很大的效益。日本能率协会专家三上辰喜受日本政府委托,曾在中国北京、大连等地推广应用工业工程。他认为,中国许多企业不需要在硬件方面增加许多投资,只要在管理方式、人员素质和工业工程等方面着力改进,生产效率就可以提高 2~3 倍,甚至 5~10 倍。

进入 20 世纪 90 年代以后,中国企业面临直接介入国际市场竞争的挑战,急需提高管理水平,降低成本,提高效益。中国机械工程学会经过大量的调查研究和专家论证,为了能在全国范围内更好地推广工业工程,使企业自觉、有意识地应用工业工程,按照国际惯例来管理企业,在中国科协、原机械电子工业部、原国家技术监督局等部委和有关高等学校、研究机构、大型企业的支持下,率先成立了国内第一个工业工程学术团体——中国机械工程学会工业工程分会。

在高等教育方面,为了满足社会对现代管理人才的需要,许多高等院校已相继设立管理科学与工程系或者工业工程系,培养既懂经济、又懂技术,掌握现代科学管理理论、手段和方法,能从事企业管理和其他管理工作的高级应用型管理工程人才。

严格地讲,在 20 世纪 60 年代到 20 世纪 80 年代,中国已经有了一定水平的工业工程应用实例。从 80 年代开始,随着外资企业的进入,工业工程在一定范围内得到推广。经过近 30 年的发展,目前中国工业工程已取得了较大的成就。但是,由于企业管理水平不同,应用工业工程的动机不同,对工业工程的理解与掌握也有所不同,因此国内企业应用工业工程提高企业管理水平的过程一直是十分复杂和曲折的。在中国,企业应用工业工程的情况大致可以分为如下两种:

(1) 外资、合资企业的工业工程应用情况。这类企业从 20 世纪 80 年代后期就开始应用工业工程,如奥的斯 (OTIS)、摩托罗拉、一汽大众、上海大众等。它们是中国工业工程的推广者,从建厂开始就设有 IE 部 (科) 或相关岗位。由于沿袭了国外的先进管理模式,因此企业中 IE 工作比较规范,工作职责比较清晰,工作范围涵盖了从现场改善,到生产资源规划、工时定额制定、职能核定以及设施布置等。IE 在这些企业中发挥了重要的作用。