

工业工程 原理与应用

栗滋 陈煦 王仁康 主编

机械工业部 科技与质量监督司 组编
科学技术委员会

机械工业出版社



工业工程原理与应用

栗 滋 陈 煦 王仁康 主编

机械工业部 科技与质量监督司 组编
科学技术委员会



机械工业出版社

本书系统地介绍了现代工业工程的理论与技术。在遵循工业工程固有的技术精神和技术特征的基础上,力求其内容既体现我国倡导的“统筹规划、综合治理”的管理思想,又为在机械电子工业中实现这个思想而提供一套科学的方法和技术。本书注重理论与应用结合,但绝不试图建立“典型的应用模式”让读者照搬套用,而是以启发的方式介绍各种原理和技术,使读者在面临各自的千差万别的具体问题时开启广阔的思路,激发分析问题的系统思维和解决问题的创新能力。

本书的读者对象是从事工商事业的企业家、工程技术人员和管理人员,也可作为大专院校有关专业的教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

工业工程原理与应用/栗滋等主编. —北京:机械工业出版社, 1997. 4
ISBN 7-111-05483-0

I. 工… I. 栗… II. 工业-工程-理论 N. T-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 21469 号

出版人: 马九荣 (北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 孙慧波 版式设计: 张世琴 责任校对: 李秋荣
封面设计: 姚毅 责任印制: 卢子祥

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1997 年 3 月第 1 版第 1 次印刷
787mm×1092mm¹/16·22.75 印张·541 千字
0 001—4 000 册
定价: 38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

编者说明

本书由机械工业部科技与质量监督司和科学技术委员会组织编著，参加编审工作成员名单如下：

主 编：粟 滋 陈 煦 王仁康

主 审：朱良漪 汪应洛 依英奇

编、审者：(以编、审章节为序)

粟滋 朱良漪 王仁康 程守燕

汪应洛 依英奇 蒋尧麟 毕东芬

屈贤明 曲志超 左长林 吴 靖

王士庄 姜文炳 马重光 陈 煦

方 杰 陈啟申 孟宪培 孙义敏

左志诚 李春田 沈 明 肖笃铨

潘家轺 周佳平 张树武 曹申一

周月塘

感谢机械科学研究院系统分析研究中心、上海电器集团公司、北京机械工业学院、机械工业标准化研究所、上海系统工程研究所、机械部规划研究院、机械部人事劳资司、国家技术监督局、北方工业集团公司、西安交通大学、清华大学、天津大学、北京理工大学、南京机床厂、沈阳变压器厂以及甘肃省机械工业总公司等单位的支持。

結合中國實際研究應
用工業工程的理論和方
法為提高我國機械工業
管理水平服務

何光遠
一九九一年

结合国情 借鉴国外
先进技术 努力探
索 为提高机电工业
管理水平 作贡献

陆莚荪

九年
春节

《机械电子工业 工业工程与综合治理》一书

掌握了工业工程的基本精神，介绍了工业工程的系统观念，讨论了工业工程的技术方法。为工业工程及系统工程提供了一本水准极高的重要入门读物。

美国普渡大学工业工程教授

劉中鴻

1995.12.15 於
香港

第一版前言

“工业工程”(Industrial Engineering, 简称 IE) 是运用工业专业知识和系统工程的思想与分析方法, 为把人力、物资、生产装备、技术和信息组成一个有效运行的综合系统所从事的规划、设计、创新和评价的工程技术活动(其中包括许多实验技术), 它以生产过程为研究对象, 以提高生产力为目标, 为管理提供科学依据。

工业工程起源于美国泰罗(F. Taylor)的科学管理, 随着生产和科学技术的发展, 特别是系统工程、运筹学的发展和电子计算机的应用, 使这门学科的理论和方法不断发展, 在美国、西欧各国以及日本等工业发达国家应用比较广泛, 对这些国家工业生产的效率提高、质量保证、成本降低起了很大的作用。

IE 的学科特点是强调“系统观念”与“工程意识”。其系统观念重视研究对象的“整体性、目的性和创新”, 这与我国倡导的“统筹规划、综合治理”以及“整体优化”等思想是一致的。它的工程意识则重视运用科学方法把某些技术知识进行开发, 转化为生产力。而且其特点更在于强调要在系统观念指导下去运用这些方法和程序, 使得任何研究对象的局部改革都服从于综合治理的原则, 以取得整体优化的效果。

IE 侧重于从技术角度去研究和解决生产过程中的合理化的效率、效益问题, 使技术与管理密切结合。例如通过设施设计、物流分析、工艺过程优化、工作研究等技术方法, 使企业或车间的生产活动合理、高效、顺畅地进行, 达到稳定和提高产品质量、提高生产率和经济效益的目的。

机械电子工业(以下简称“机电工业”)是国民经济大系统中的一个子系统。这个系统的管理不论其宏观层次还是微观层次, 都应把科学技术转化为生产力做为其工作的核心, 才能使这个系统产生经济效益和社会效益; 然而也不论其宏观层次还是微观层次, 如果缺乏系统观念和工程意识及其包含的科学方法, 要想很好地完成其对国民经济服务的任务, 是很困难的。机电工业政府部门近年来提出了若干发展战略和方针目标, 为了实现这些战略目标, 各级管理部门及企业一直在致力于加强自身的技术基础建设, 努力提高管理水平, 引进推广应用了不少现代管理技术和方法, 如全面质量管理、价值工程、项目管理等等, 都取得了不少成绩。工业工程也是世界上研究发展多年的技术与管理相结合的技术方法, 其应用很有效果。我们也应当研究和推广应用, 经过探索与实践, 为提高机电工业经济效益服务。有鉴于此, 我们组织编著了这本《机械电子工业 工业工程与综合治理》, 介绍现代机电工业 IE 的理论与技术, 为推动 IE 在我国机电工业中的应用贡献一份力量。

需要指出的是, 如前所述, IE 是一门发展很快、方兴未艾的学科, 不同的时期, 不同的国家, 学者们对 IE 的定义、学科范畴均有各种侧重点不同的见解。因此, 在学习运用中, 要结合我国机电工业的实际, 根据本部门、本企业的现状和特点, 有选择地、有针对性地应用。

当前, 机电工业企业管理工作, 要以“工艺突破口”工作为重点坚持搞下去, 在“工艺突破口”工作的基础上, 抓好现场管理。把“工艺突破口”工作与现场管理、综合治理和整体优化工作衔接起来, 形成一种思路, 使企业管理工作有个明确的目标。

研究应用 IE, 首先要培养 IE 人才, IE 人员需要具备宽广深厚的基础知识、专业技术, 系统工程、运筹学的理论和方法, 工业管理知识和电子计算机应用知识等。我们简单地把他们称为“既懂技术又会管理”的人才。很多企业的领导和各部门的管理人员, 他们的工作所以卓有成效, 仔细观察, 不难看出他们具有的素质正是 IE 人员所必须具备的条件。我们组织编写这本书正是为企业的领导和部门管理人员以及广大的技术人员提供一本综合性的 IE 入门读物。

1991 年是我国的“质量、品种、效益”年, IE 的技术和具体方法, 可以为其服务。因此, 本书的出版恰逢其时, 也是对“质量、品种、效益”年作出的一份贡献。

赵明生

1991 年 1 月

再版说明

本书第一版原名《机械电子工业 工业工程与综合治理》，于1991年4月出版，在不到半年之内即销售一空。此后至今不断有许多读者来函、来电、来访问问本书再版的可能性。随着本书第一版过去四年内在越来越多的读者中流传开来，这些询问也越来越多，显得十分殷切。本书组编单位机械工业部科技司和科学技术委员会乃于1995年11月发函致原参加本书编审工作的全体成员和有关单位以及多次来函来电来访要求本书再版的部分读者征询对修订再版《机械电子工业 工业工程与综合治理》一书的意见。很快就获得了他们的回信回电，他们对本书的再版都表示热情支持、并对修订提出了许多有益的意见和建议。1996年3月15日本书主要作者开会，根据函询获得的各方面回信回电所提意见和建议，商定了本书再版修订的原则、大纲和计划，然后由本书各章节原纂稿人按所定原则对各章进行了仔细的修订。

本书这次再版修订的原则是：

(1) 保持第一版原有的章节结构和主要内容——征询各方面的意见一致认为本书的章节结构系统性好、内容取材全面、新颖，反映了当代工业工程的主要内容和最新发展，故应予以保持，不做大的变更。

(2) 第一版的排版印刷错误较多，务必在这次再版修订中仔细勘正。

(3) 第一版的某些章节在内容上有些重复，应采取前引后联的方式予以删节和调整，避免不必要的重复，并力求章节之间有较好的关联。在过去几年内工业工程技术和标准有一些新的发展，宜借本书再版的机会做适当补充和修改，以跟上时代的步伐。

本着以上修订原则，本书这次再版的内容修订主要有下列各点：

1) 彻底勘正了第一版的排版印刷错误，删节和调整了各章节的重复内容，并使各章节之间有较好的关联。

2) 在1.2节中增添了“计算机辅助工业工程(CAI)悄然来临”一节，用以反映工业工程最新的发展趋势。

3) 对第5章和第6章的各节顺序和内容做了较大的调整、修改和最新内容的补充，使这两章的内容分别从“生产系统”和“生产计划与控制系统”两大方面系统、完整地反映“生产工程”的基本原理、方法和最新发展趋势。第5章内容修订的重点是“各种生产要素的合理配置与有效利用和生产技术设施的合理选择与正确设计”，特别加重了“设施规划与设计(包括物流系统设计)”的最新内容。第6章内容修订的重点是“生产计划与控制的正确制订与执行以及产品开发、工艺管理、质量管理、生产设备管理”等重大管理问题。其中“质量管理”一节根据我国于1995年6月30日开始实施的同等采用的《ISO 9000 质量管理和质量保证系列国际标准》，从概念、定义和方法上做了全面的修订。

本书第一版的编写目的主要是为当时的机械电子工业部所属企业的领导、管理人员及工程技术人员提供一本综合性的工业工程入门读物。鉴于现代工业工程的科学特点是强调“系统观念”与“工程意识”，重视研究对象的“整体性、目的性和创新”，重视运用科学方法把各种技术知识进行工程开发转化为生产力，而且强调要在系统观念指导下去运用这些方法，使

得任何研究对象的局部改革都服从于综合治理的原则，以取得整体优化的效果。现代工业工程学恰好能为实现我国倡导的“统筹规划、综合治理”的管理哲学思想提供一整套的系统的科学方法。因此当时把书名定为《机械电子工业 工业工程与综合治理》。

在过去四年里我国的工业工程活动有了快速的发展，中国机械工程学会设立了工业工程专业分会，许多大专院校开设了工业工程学课程或专业学系，有的单位开设了工业工程研讨班，许多工厂企业采用了工业工程的技术和方法改进他们的生产系统和管理，收到了显著的效果。本书第一版在过去四年的社会流传，其读者圈也已超出了机械电子工业的范围而扩散到各行各业；从不同行业的来函来电来访的读者中得悉，有些单位曾经采用了本书的第一版作为培训教材，有些单位也打算采用本书作教材或辅助教材开设工业工程课或培训班。为了适应这一新的发展趋势和满足各方读者的要求，本书这次再版除了在内容修订中充分考虑了这些因素外，还决定将本书改名为《工业工程原理与应用》，希读者鉴察。

编者

1996年8月

目 录

第一版前言

再版说明

第1章 工业工程概述 1

1.1 工业:技术·工程·管理 1

1.2 工业工程的发展历程 2

1.3 工业工程与系统工程(SE)..... 8

1.3.1 系统的概念 8

1.3.2 系统科学 11

1.3.3 系统工程 12

1.4 工业工程与工业管理 14

1.4.1 工业工程与工业管理的职能 14

1.4.2 工业工程人员的资格、
素质和职责 16

1.4.3 工业工程的组织结构 18

1.4.4 为什么要有独立的工业
工程学科和组织 20

1.5 工业工程的学科特征 20

参考文献 21

第2章 工业工程的系统分析 22

2.1 系统分析的思想 22

2.1.1 系统观念 22

2.1.2 思维法则·思维程序·工作
阶段 23

2.1.3 系统分析的活动矩阵
与质量评价矩阵 27

2.2 工业工程系统分析的方法 31

2.2.1 概述 31

2.2.2 系统图表 32

2.2.3 价值系统的设计 39

2.2.4 最优化技术 49

2.2.5 其他分析方法 56

2.3 系统分析的组织形式及其
职能 58

第3章 机电工业的宏观系统 60

3.1 导言——大系统理论的
启示 60

3.2 机电工业的职能及其内、
外系统的特征 61

3.2.1 职能与业务特点 61

3.2.2 内部系统的结构及其特征 63

3.2.3 机电工业的外部环境 67

3.3 机电工业的产业结构分析 69

3.3.1 概述 69

3.3.2 产业结构的分析方法 70

3.4 机电工业的生产技术
与生产技术体制 74

3.4.1 概述 74

3.4.2 机械制造技术 78

3.4.3 系统生产技术(SPT) 83

3.4.4 生产技术体制 92

3.5 机电工业的产业技术政策
与发展规划 93

3.5.1 概述 93

3.5.2 科学研究政策与产业技术
政策 94

3.5.3 技术政策与发展规划的
制订程序和制度 95

3.6 技术创新的战略与战术 96

3.6.1 技术创新的定义和分类 96

3.6.2 技术创新的政策与策略 98

3.7 研究与开发和技术的产
业化 99

3.7.1 研究与开发 99

3.7.2 技术的产业化 101

3.8 机电工程教育与工程技
术人员的知识结构 105

参考文献 107

第4章 企业的系统分析、统筹规 划与综合治理 109

4.1 企业系统分析与统筹规划 109

4.1.1 将企业导向未来 109

4.1.2 企业处境状况的分析 110

4.1.3 企业外部环境的分析	112	6.1.7 大型成套设备的生产计划与 进度控制	198
4.1.4 企业内部条件的分析	114	6.1.8 制造资源计划	210
4.1.5 确定企业目标	116	6.1.9 精益生产方式	219
4.1.6 确定增长战略	117	6.2 产品开发	222
4.1.7 研究行动措施	119	6.2.1 产品开发的策略	222
4.2 建立具有综合功能的企业 管理系统模型	122	6.2.2 产品开发的方式	223
4.2.1 设计方案	122	6.2.3 产品开发的工作内容	223
4.2.2 COPICS 管理信息系统	125	6.3 工艺管理	225
4.2.3 我国企业管理信息系统	126	6.3.1 工艺管理的基本内容	225
4.3 建立适合系统调整的企业 诊断决策系统	127	6.3.2 工艺研究和试验的规划与 管理	225
4.3.1 企业诊断决策系统的程序	127	6.3.3 工艺实施的规划与管理	226
4.3.2 企业诊断决策系统的方法	128	6.3.4 工艺教育和培训的规划与 管理	227
4.3.3 企业诊断决策系统的组织 形式	137	6.4 质量管理	227
参考文献	138	6.4.1 质量的标准定义	227
第5章 企业的生产系统	139	6.4.2 建立质量管理的必要性	228
5.1 生产系统概述	139	6.4.3 企业内部的质量管理	231
5.1.1 生产和生产系统的基本 概念	139	6.4.4 质量的社会监督	233
5.1.2 企业生产工程的内容	139	6.5 生产设备的管理	235
5.1.3 生产系统的结构因素	140	6.5.1 生产设备的磨损与维修性	236
5.1.4 生产体制	141	6.5.2 生产设备的“零故障率” 管理	236
5.2 生产技术的选择	143	参考文献	237
5.2.1 概述	143	第7章 工作研究	238
5.2.2 生产技术的选择原则	143	7.1 方法研究	238
5.2.3 技术选择的定量分析方法	145	7.1.1 方法研究概述	238
5.3 设施规划与设计	155	7.1.2 流程分析	242
5.3.1 概述	155	7.1.3 作业分析	246
5.3.2 厂址选择	156	7.1.4 动作分析	249
5.3.3 物流系统设计	158	7.2 作业测定	253
参考文献	176	7.2.1 作业测定概述	253
第6章 企业的生产管理	178	7.2.2 工时抽样	256
6.1 生产计划与控制系统	178	7.2.3 工时测定	260
6.1.1 概述	178	7.3 人-机工程与工作研究	264
6.1.2 生产计划与控制循环及计划 分类	178	7.3.1 人-机系统与人-机工程	264
6.1.3 综合生产计划的编制	179	7.3.2 人体测量	267
6.1.4 生产作业计划的编制	185	7.3.3 显示装置及操纵器的设计	274
6.1.5 生产日程(进度)计划的编制	189	7.3.4 环境与工效	278
6.1.6 生产控制	192	7.4 学习曲线(Learning Curves)	280
		7.4.1 学习曲线的意义	280

7.4.2 学习曲线的对数分析	281	9.1 生产率的基本概念	326
7.4.3 关于学习率的估算	282	9.1.1 什么是生产率	326
7.4.4 学习曲线的应用	283	9.1.2 提高生产率的重要意义	327
案例	283	9.1.3 生产率与质量的关系	328
参考文献	289	9.2 生产率管理	328
第8章 工业工程中的技术经济		9.2.1 什么是生产率管理	328
分析方法	290	9.2.2 生产率管理过程模型	329
8.1 投资经济分析	290	9.2.3 生产率管理的系统分析	330
8.1.1 投资项目建设阶段划分	290	9.3 生产率测定	331
8.1.2 项目可行性研究	291	9.3.1 生产率测定的意义	331
8.1.3 项目投资的经济评价	293	9.3.2 生产率测定的种类	332
8.2 产品成本控制	300	9.3.3 生产率度量单位	333
8.2.1 工艺成本	300	9.3.4 生产率测定方法	334
8.2.2 产品质量成本	302	9.3.5 生产率测定的实施	339
8.2.3 生产的经济批量	303	9.4 影响生产率的因素	340
8.2.4 新老产品目标成本测算	303	9.4.1 国家和部门生产率的影响	
8.3 价值工程	306	因素	341
8.3.1 价值工程的原理与工作		9.4.2 企业生产率影响因素	341
程序	306	9.5 工业工程与提高生产率——	
8.3.2 价值工程的功能成本分析	314	本书的总结	342
8.3.3 价值工程的方案创造与		参考文献	344
评价	318	附录 机械工业“工业工程”活动	
参考文献	325	大事记(1988~1996)	345
第9章 提高生产率的系统分析	326		

第 1 章 工业工程概述

工业工程 (Industrial Engineering, 简称 IE) 是一门涉及工业治理和发展的综合性工程技术学科, 有着 200 多年的发展历程。本章拟从工业系统的一些基本概念、IE 的发展沿革、IE 与系统工程和工业管理的关系简述什么是工业工程。

1.1 工业: 技术·工程·管理

工业是国民经济中的一个庞大而又复杂的社会-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 (见图 1-1)。

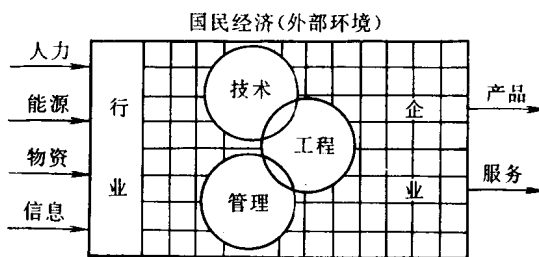


图 1-1 工业系统

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 (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。

工业中的工程活动有两类:

① **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, 它们运用机械、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。

② **工业工程 (Industrial Engineering, IE)** —— 它是综合运用工业专门知识和系统的概念与方法, 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。

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, 而且高层管理握有技术开发和工程活动的决策权。

以上的概念说明: 技术、工程和管理作为发挥工业系统功能的三大要素, 各有不同的内容和功能。显然, 工程是联系技术和管理的桥梁, 它一方面要开发利用技术, 另一方面要管理提供决策依据。我们所关心的工业工程是工程中的一个专门领域, 它肩负着这双重的任务。然而 IE 取得这样的地位是经过近 200 年的演变才形成的。我们要了解它的现代内容和作

用,最好追溯一下它的发展历程。

1.2 工业工程的发展历程

在人类社会发展史上,管理的意识随着家族、部落的形成就早已产生了,而工程的概念直到土木、机械、电气、化学四大技术在 18、19 世纪先后发展起来之后,由于技术应用的系统性,才开始萌发;早期的工程原理首先是在土木建筑方面发展起来的,当时叫做民用工程(civil engineering,即土木工程),因为土木建筑往往形成较大的系统,不仅需要力学、材料学等科学技术知识,而且需要有系统组合的意识才能把它们建设起来,因此 engineering 的最原始的含义就与技术和系统有了联系。

至于 IE 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进。IE 的发展历程可分为如图 1-2 所示的年代和阶段。

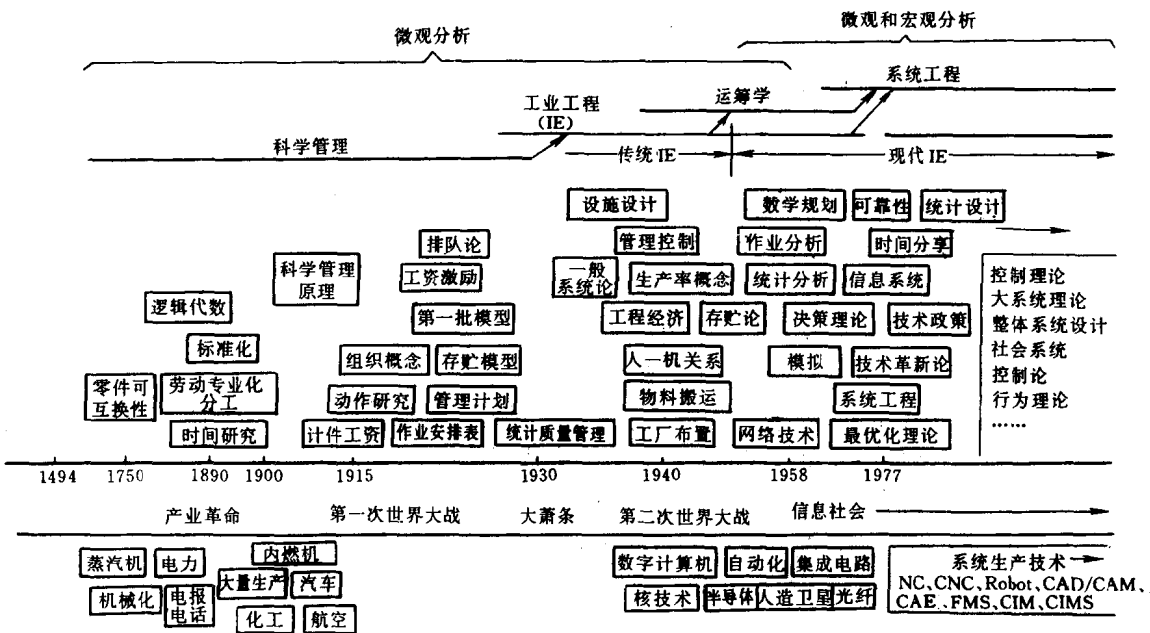


图 1-2 IE 的发展历程

图 1-2 示出 IE 发展过程中发生的重大事件。相对于年代轴线的每一事件的位置只用来表示它们发生的大约年代,而不表示它们的终止。例如时间研究在图上的位置只表明其兴起的年代,时间研究迄今还是 IE 的基本工具。

IE 作为一门工程技术和工程专业,不论它的过去和现在,其重要的特征是它改进工作方法、提高功效和生产率的目的,和它的科学性、系统性的工作方法与技术内容。

在人类从事小农经济和手工生产的漫长时代里,小农庄、小作坊的领工遵照雇主的口头指示,带领一班劳工艰苦地工作。工作方法的改良主要是由劳工自己为了减轻劳动强度、少受皮肉之苦而摸索出来的一些小技巧;小作坊的业主为了赚钱也会想出一些有效的管理办法来。劳资双方这种改进工作的意旨虽然与 IE 是一致的,但他们的工作方法都谈不上科学性和系统性,因而也谈不上有 IE 的概念。

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 年代中期的这段时期,被称为科学管理年代,是 IE 的前身。在这段时期中发生了两件事:一是第一次产业革命;二是泰勒(F. W. Taylor)的科学管理运动(1900 年前后)。产业革命促进了大批的技术革新项目,制造企业的规模和复杂性也大幅度增大了。这时在英国兴起的零件可互换性和劳动专业化分工,被认为是促使大量生产成为可能的两个重要的 IE 观念。劳动专业化分工是苏格兰亚当斯密(Adam Smith)于 1776 年在其《原富》(《The Wealth of the Nations》)一文中提出来的。与此同时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 年英国查理·巴贝奇(Charles Babbage)发表《机械制造业经济论》(《On the Economy of Machinery Manufactures》)一书,提出时间研究的重要概念。

美国人把 IE 的开端归功于 20 世纪初期的泰勒,奉泰勒为 IE 之父。泰勒的功绩不仅在于系统地总结了前人(包括当时的英国和欧洲大陆)的经验、为提高工作和生产设施的效率发展了一些科学方法和原理来取代纯经验的作法,而且还在于他的卓越的活动能力,把他的这些原理和方法广泛地宣传和传授,对当时的工业界产生过重大的影响。他的《科学管理的原理》一书的内容广泛涉及制造工艺过程、劳动组织、专业化分工、标准化、工作方法、作业测量、工资激励制度以及生产规划和控制等问题的改进,其科学性和系统性引起了人们研究更富于系统思想的管理科学的兴趣,为 IE 开创了通向今天的道路。例如:1910 年左右弗兰克(Frank)和吉尔布雷思(Lillian Gilbreth)夫妇从事的动作研究和工业心理学研究;1914 年左右甘特(Harry L. Gantt)从事的作业进度规划研究(发明了甘特图)和按技能高低与工时付酬的计件工资制的研究;1913 年福特汽车厂发明的移动装配线;1917 年哈里思(F. W. Harris)研究应用经济批量控制库存量的理论;1931 年休哈特(Walter Shewhart)等人研究质量控制的抽样检验法和统计质量管理原理;1927~1933 年哈佛大学的霍桑研究(Howthorne Studies),提出发挥工人积极性的新见解和有关劳动组织的研究等,都是受到泰勒思想影响的。

这个年代的特点是:

- 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。

- 当时所谓的管理科学原理主要产生于经验的总结,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学科体系,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 IE 发展产生了深远的影响。

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。这个年代又分为三个阶段:第一阶段是从 20 年代后期^①至 40 年代中期;在这个阶段发展的 IE 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 40 年代中期至 70 年代中期,是 IE 与运筹学(OR)结合的时期;第三个阶段是从 70 年代中后期直至现在,是 IE 与系统工程(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 IE 内容称为现代工业工程。现分述这三个阶段的特点:

(1) 传统的 IE (20 年代后期~40 年代中期)。它是泰勒科学管理原理的继承与发展,但三个重大的变化:

① 下面省去“20 世纪”字样,时间均为 20 世纪的年代。