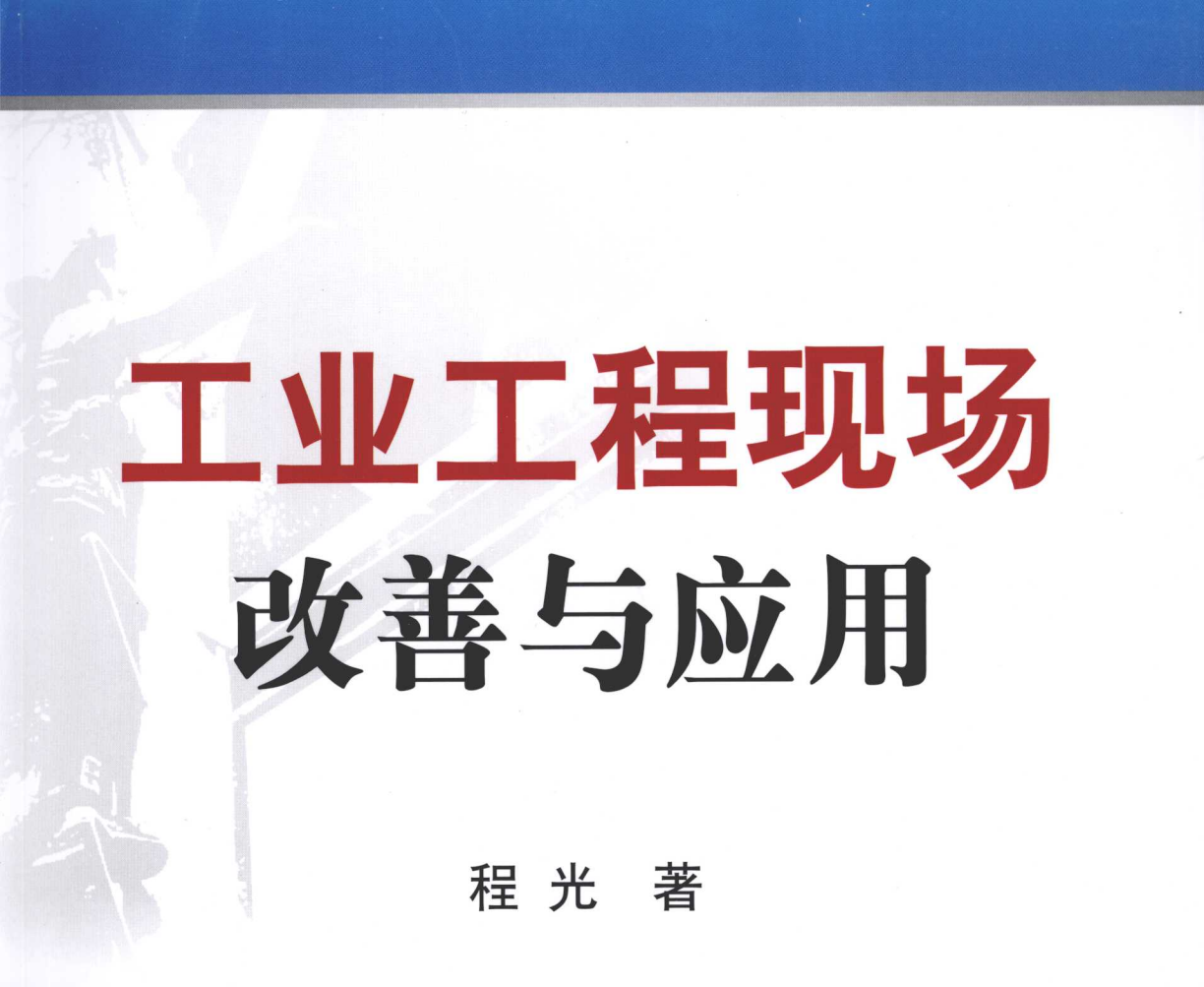




工业工程现场 改善与应用

程 光 著



冶 金 工 业 出 版 社
Metallurgical Industry Press

013039142

F402
49

工业工程现场改善与应用

程 光 著



北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2013



北航

C1648171

F402
49

SA1080810

内 容 简 介

本书共分7章,主要介绍了工业工程概述、基础工业工程的现场应用、现场物流设施布局规划、精益生产与现代工业工程的应用、现场管理“5S”概述、目视管理与防错技术、现场改善实例分析等方面的内容。

本书可作为制造业企业精细化管理与现场改善从业人员的参考资料,也可作为高等院校工业工程类专业的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

工业工程现场改善与应用/程光著. —北京:冶金工业出版社, 2013.5

ISBN 978-7-5024-6257-4

I. ①工… II. ①程… 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 (2013) 第 084548 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 郭冬艳 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 禹蕊 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-6257-4

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 北京慧美印刷有限公司印刷

2013 年 5 月第 1 版, 2013 年 5 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 11.75 印张; 229 千字; 178 页

39.00 元

冶金工业出版社投稿电话: (010)64027932 投稿信箱: tougao@cnmip.com.cn

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 (100010) 电话: (010)65289081 (兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	作 者	定价(元)
项目融资理论与实务	张正华 编著	26.00
工程经济学理论与实务	张正华 杨先明 编著	48.00
创新思维、方法和管理	张正华 雷晓凌 编著	26.00
服务供应链的理论与实践	甘卫华 著	25.00
综采工作面人一机一环境系统安全性分析	王玉林 杨玉中 著	32.00
中小企业信息化管理实践	宋建军 编著	20.00
煤矿生产仿真技术及在安全培训中的应用	黄力波 张顺堂 著	20.00
制造企业资源整合管理	周晓晔 著	20.00
建筑工程经济与项目管理	李慧民 主编	28.00
PLM 需求流动链及其决策控制	崔 剑 著	30.00
基于监管的审计定价研究	李补喜 著	22.00
煤业集团绿色供应链管理	杨玉中 等著	25.00
矿山重大危险源辨识、评价及预警技术	景国勋 杨玉中 著	42.00
高校后勤社会化改革理论与实务	王立国 编著	22.00
企业年金方案设计实务	宋效中 王立国 等著	25.00
中华文化——学与行	苏 峰 主编	18.00
中西文化比较	贺 毅 主编	23.00
中小企业群体组织创新——虚拟组织的实施	方志梅 李国富 等著	20.00
产业政策与产业竞争力研究	张泽一 著	25.00
产业集群专业化分工形态与管理	赫连志巍 著	20.00
货币国际化进程中的金融风险与对策	傅 冰 著	32.00



北航

C1648171

前 言

工业工程 (Industrial Engineering, 简称 IE) 起源于 20 世纪初的美国, 是一个技术与管理相结合的学科, 在经济发达国家影响极为广泛, 具有复合型、应用型学科的特点, 其内涵与外延随着时代的发展、科技的进步也在同步发展过程中。该学科的核心是通过对生产制造、产品及服务系统中涉及的人、物料、设备、方法、环境及信息等要素组成的综合系统的设计、改善达到系统的运行及使用效率最高、成本最低、质量保证和安全。

生产现场的改善方法和技术是工业工程最基础、最传统的应用领域, 也是我国企业与国外先进企业差距较大的领域, 无论是在制造业还是在服务业, 这些技术方法和手段都可以得到广泛的应用。当前我国亟须发展方式的转变, 改变高污染、高能耗、低附加值的生产方式, 在这一转变过程中工业工程的理论和基本方法将起到重要作用。

制造业是实现国家工业化、现代化的基础和原动力, 是国家综合实力的支柱。一个国家没有强大的制造能力, 永远成不了真正的经济强国, 我国目前已经成为世界制造大国, 但还不是制造强国, 突出表现就是制造企业生产过程中生产效率低下、资源消耗量大, 生产过程对人和环境的影响没有作为重点考虑的因素。当前, 我国工业化的进程正处在由低级向高级发展的中间阶段, 要完全实现工业化、成为工业化的强国, 还需要经过不懈的努力。

人类的生产制造发展过程实际上也是一个生产效率不断改善的过程, 从原始的刀耕火种、手工生产发展到工业化大规模生产直到今天的特性化的敏捷制造、精益制造、可重构制造。在这一生产过程的进步及发展过程中, 伴随着生产技术、生产效率的不断提高和改善。

工业工程现场改善及提高是指在不增加更多资源投入的前提下,使生产制造过程更流畅,单位时间产量提高,并达到绿色、节能的集约型生产制造过程。近年来,随着制造业企业竞争的加大,特别是世界金融危机后,制造业企业获取利润越来越难,因此,如何在车间生产现场降低成本、降低消耗、提高生产效率有着更重要的意义。现代化的制造企业应该具备高的灵活性、高效率的企业运行能力、集约型的生产方式等,为了更好地满足现代化企业的需求,近年来提出了许多新的制造技术并在生产现场得到广泛应用,如:丰田生产系统(TPS)、精益制造(LP)、柔性制造系统(FMS)及近几年才提出的可重构制造系统(RMS)、约束理论(TOC)、同步流制造(SFM)。与此同时,许多关键技术和工具发展起来满足当前车间制造的需求,从材料资源规划(MRP)到准时化生产(JIT),从全面质量管理(TQM)到先进计划系统(APS),从优化生产技术(OPT)到MRP II等。所有这些先进的方法和技术必须以现场获得的数据为基础开展工作,因而现场改善并获得相关基础数据将更加重要。

全书共分7章,主要内容包括:工业工程概述、基础工业工程的现场应用、现场物流设施布局规划、精益生产与现代工业工程的应用、现场管理“5S”概述、目视管理与防错技术以及现场改善实例分析。

本书编写过程中得到了屈晓萌、王云萍、刘卓、王金换、宋思园、许媛的帮助。姜顺龙老师、邹安全老师为本书提供了相关资料。第2章部分内容由沈阳工业大学张新敏老师等编写。中国机械工程学会付萍老师为本书提供了相关资料。本书同时引用和参考了其他相关书籍资料,在此对这些文献作者一并表示感谢。北京联合大学的人才强校计划支持了相关工作的进行。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

作 者

2013年2月

目 录

1 工业工程概述	1
1.1 工业工程定义	1
1.2 传统与现代工业工程	2
1.2.1 传统工业工程	2
1.2.2 现代工业工程	3
1.3 工业工程基本职能	5
1.4 工业工程主要技术方法	10
1.5 工业工程应用	12
1.5.1 工业工程的作用	12
1.5.2 工业工程的特点	12
1.5.3 工业工程的主要范围领域	13
1.5.4 代表性成果和贡献	13
2 基础工业工程的现场应用	14
2.1 程序分析方法	14
2.1.1 程序分析概述	14
2.1.2 5W1H 与 ECRS	15
2.1.3 工艺程序分析	18
2.1.4 流程程序分析	21
2.1.5 线路图分析	21
2.2 动作效率分析与改善	27
2.2.1 动素分析	27
2.2.2 动作经济原则	31
2.3 作业测定	32
2.3.1 作业测定概述	33
2.3.2 时间研究	33
2.3.3 预定时间标准	39
2.3.4 工作抽样	47

3 现场物流设施布局规划	52
3.1 物流相关概念	52
3.1.1 物流的产生及发展	52
3.1.2 物流的研究对象及行业组成	54
3.1.3 物流的基本概念	57
3.1.4 物流系统	59
3.2 物流系统分析方法	63
3.2.1 物流系统分析	64
3.2.2 企业物流系统分析内容	64
3.2.3 企业物流系统分析方法	64
3.3 工厂车间设备布局	67
3.3.1 车间设备布置的原则和基本类型	67
3.3.2 典型车间布置原则	70
3.3.3 系统设施布置规划方法 (SLP 法)	71
4 精益生产与现代工业工程的应用	74
4.1 精益生产	74
4.1.1 精益生产方式的产生与发展	74
4.1.2 精益生产方式在国内外应用现状	75
4.1.3 丰田生产方式	76
4.1.4 现场改善	83
4.2 生产线平衡	84
4.2.1 生产线平衡概述	84
4.2.2 生产线平衡方法	86
5 现场管理“5S”概述	88
5.1 “5S”的起源和发展	88
5.2 “5S”的含义和作用原理	89
5.2.1 “5S”的含义	89
5.2.2 “5S”活动作用原理	90
5.3 “5S”活动采用的主要方法	91
5.3.1 目视管理	91
5.3.2 标准作业管理	91
5.3.3 PDCA 管理循环	91

5.4	“5S”在企业管理活动中的地位	92
5.5	“5S”活动的作用	93
5.6	“5S”活动实施方案	95
5.6.1	“5S”活动的准备阶段	95
5.6.2	“5S”活动方案的实施	98
5.6.3	“5S”活动的标准化管理	103
5.6.4	“5S”活动改善与延伸	106
5.6.5	“5S”活动实施效果预测	108
5.6.6	“5S”推行活动中的认识误区	109
5.6.7	企业成功实施“5S”的建议	110
6	目视管理与防错技术	112
6.1	目视管理	112
6.1.1	目视管理的含义及原理	112
6.1.2	目视管理的作用	112
6.1.3	目视管理的工具和方法	114
6.1.4	目视管理要注意的问题	116
6.2	防错技术	116
6.2.1	异常管理定义	116
6.2.2	异常管理的步骤	116
6.2.3	防错法定义	122
6.2.4	防错法作用	123
6.2.5	防错法原则	124
6.2.6	防错法思路	124
6.2.7	防错法原理方法	125
7	现场改善实例分析	127
7.1	某汽车公司及其生产线概况	127
7.1.1	冲压工艺	127
7.1.2	涂装工艺	128
7.1.3	焊装工艺	129
7.1.4	总装工艺	130
7.2	装焊车间生产线的基础效率改善	131
7.2.1	作业时间充实度测定	132
7.2.2	程序分析	136

7.2.3 改进结果	148
7.2.4 焊装工人的动作分析改善	149
7.3 喷涂车间生产线平衡的研究应用	156
7.3.1 喷涂生产线的现状分析	156
7.3.2 现状分析	165
7.3.3 设定操作人数和标准时间	166
7.3.4 改善方案	167
7.4 总装车间的现场问题分析与改善	170
参考文献	178

1 工业工程概述

1.1 工业工程定义

工业工程 (Industrial Engineering, IE) 起源于 20 世纪初的美国。它以现代工业化生产为背景, 主要在经济发达国家得到了广泛的应用, 并为促进这些国家 (如美国、日本) 经济的高效和快速发展起到了举足轻重的作用。而在我国工业工程这一门学科的开展和应用仅仅只有近二十几年的时间, 到目前为止, 在制造业的应用也只是一个起步阶段, 在其他产业物流业、服务业的应用也是如此。当今世界上的经济发达国家生产能力之所以提高非常迅速, 除有实力雄厚的科学技术、大量的先进生产设备外, 最根本的一点就是非常重视工业生产过程中的技术管理, 特别是工业工程与管理的应用。并逐步形成一种新的机制, 使单一管理模式转化为以工业工程技术应用为基础的多元化和多层次化的综合性管理, 并把宏观的定性管理转入微观的定量管理, 投入大量的资金与人力和资源用于对这方面长期性的针对性的研究, 这就是要想获得先进生产效率和较低成本所采用的先进工业工程生产方式的必由之路。

工业工程的宗旨就是提高生产效率, 降低成本, 保证质量。它最早也是生产线上的改善方法和手段, 通过观察和测量每一个生产过程中每一项具体动作的发展过程, 为本企业提供达到最佳结果的生产解决方案。

从系统工程的角度来看, 凡是具有一定目的性和存在相应功能关系的系统都是由人工构造成或设计的。如: 一台机器可以把它构成为一个系统, 但它必须经过设计和制造才能形成, 这是一般工程学所要解决的问题。同样, 把企业也可以构成一个系统, 也不可少的要经过设计和建立而形成, 但是由于在该系统中存在人的因素, 因而产生了一门独特的学科, 通常把它称之为工业工程 (简称 IE)。它和一般工程具有同等地位和含义的工程学, 它是对由人、物料、设备、技术和信息等组成的系统 (企业) 进行设计、改善和实施的综合性工程技术学科。

从工厂企业生产线而言, 工业工程应用已是一种自然而然的需求, 其对象和内容也是随着时间的推移而更新变化。具体地说: “工业工程是研究由人力和原材料及机器实施、时间等集成而构成的追求效率、成本、质量及安全的学科”。

在工业工程发展的不同时期, 不同背景, 不同国家的学者、学术团体对其所下的定义也不尽相同, 但其内涵大体相似。其中最有代表性的当属美国工业工程师学会 (America Institute of Industrial Engineering, AIIE) 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是：

(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、交叉型科学。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烈地降低成本、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为过。

(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、激励手段等时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，不断追求更高的生产率和利润为目标。工业工程就是在致力于提高企业生产率、降低成本、改善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）。

1.2 传统与现代工业工程

1.2.1 传统工业工程

第二次世界大战以前，无论是大规模生产还是大量流水生产劳动密集型加工——装配工业中，传统工业工程的主要研究对象被认为集中于工作衡量和工作简化上，麦修逊（Morley H. Mathewson）曾在美国《工业工程》（1963 年第 2 版）总结了传统工业工程的一般内涵与技术如下：

(1) 方法工程（methods engineering）——作业分析、运动研究、物料搬运、

生产计划、工业安全以及标准化。

(2) 工作衡量 (work measurement) ——时间研究、预定单元时间标准。

(3) 确定控制方法 (control determination) ——生产管理、库存管理、质量管理、成本管理及预算管理。

(4) 工资与作业评价 (wage and job evaluations) ——工资激励、利润分配、作业评价、功绩评比、工资及薪金管理。

(5) 工厂设施和设计 (plant facilities and design) ——工厂布局、设备购置与更新、产品设计、工具和量具设计。

从上述方面大致可概括工业工程随生产方式的发展而深化和演化的内容。综合性与动态性强势是工业工程有别于其他纯管理学科的特有区别之处,在上述所言的内容中有不少都先后发展成为单独的专门性学科。

但是传统的工业工程因受到制度和时代等因素所限也或多或少存在着许多不足之处。首先,从提高效率或改善系统“物”与“事”的角度出发,很少考虑生产要素中占主要地位的“人”的因素,工人仅被看成是“经济人”,是机器设备的附属,这就无视人群关系,情感、社会交往,精神需要对生产率的潜在影响,在出现这种尖锐矛盾形势下引起了某些学者从“人群关系”(human relations)开始,从“人”的这一侧面进行研究,以后又逐步进行发展并在20世纪40年代末形成了“行为科学”。其次,工业工程虽然和其他工程学科一样都是先有实践后有理论,但其理论基础却迟至50年代才开始逐步建立起来。工业工程的定义直到1954年方才首次制定。此外,福特(H. Ford)生产线的建立是在1913年,但有关生产平衡理论与编制效率的研究也在50~60年代才开始兴起;再如更为古老的工厂布局也只是到了1955年才由马瑟(R. Martha)首先提出系统布局计划(SLP)等等。

工业工程是从动作研究、时间研究等方法发展起来的。所谓“传统”指的是它所采用的方法对现代来说是数十年前就已应用的一些传统技术,但丝毫没有“古老”、“过时”之意,事实上,这些传统技术至今仍在企业中得到充分而广泛的应用。

1.2.2 现代工业工程

现代工业工程的发展是随着时代的变化,新技术的出现而随之发生变化的。现代工业工程除包含传统工业工程的一些基本技术外,还包含如下几个传统工业工程发展得来的技术方法,现代工业工程更多的是随着时代的进步与时俱进的方法和手段。

(1) 时间研究发展。1940年梅那特(H. R. Maynard)发展了方法时间衡量(MTM)以及1945年美国无线电公司(RCA)三位工业工程师合力创立的“工

作因素系统”(work factors system), 并确立预定动作标准时间法(predetermined time standard)。其优点在于无须冗长费时也可进行时间研究, 只要按标准数据表对已确定的作业内容、方法及工作场地布置图就能准确预估出实际操作所需时间, 且可根据不同工具或操作方法预估不同时间以资比较。对新产品试制阶段时的成本估算以及改善方案之优化选择决定均有极大帮助。这也是传统工业工程本身发展的成果之一。

(2) 运筹学(operation research)的应用。在第二次世界大战期间及战后, 科学与技术取得了不少新的成果, 其中有些是因军需生产效率之需要和作战中研究创新技术之需要而研究成功的。这些最新成果的产生包括: 运筹学、电子计算机与信息技术系统工程、网络技术、价值工程以及研究人-机-环境的人类工程学或工效学等, 其中运筹学对工业工程的影响最大。它既是一门专门学科, 也是现代工业工程不可缺少的工具。应用好运筹学, 工业工程就能定量求得生产系统中各类问题的整体最佳解以及处理各类复杂经营管理问题, 为企业经营管理层(business level)服务。

(3) 电子计算机的使用。电子计算机的诞生开拓了高速运算信息贮存及数据处理的新纪元, 它对工业工程所起的最大作用是应用于大系统性的试验。在计算机未问世前, 要对物流或生产布局合理与否的几种方案进行试验, 几乎是不太可能的。况且, 如果要对一个系统的结构、形成、运行效能等进行工业工程方面试验, 也无法像机械、电气、化工那样可把实验室内小型试验得出的数据推导和引用到大系统上去, 在过去唯一的办法是在系统设计并运行后, 观察结果、反复修正改良后再逐步优化。在大容量计算机出现后才有可能应用系统分析方法对一个系统内各种因素的关系, 通过改变参数进行模拟并和其他类似系统进行比较, 从而为一个给定系统或过程选择一个最大限度地降低生产费用或增加利润的最佳方法。

(4) 系统概念的引入。20世纪50年代产生并发展起来的一门新学科——系统工程, 其概念就是把研究对象视为一个“系统”, 它是由每个相互联系和相互作用的组成部分结合而成, 并且又具有特定功能的有机整体。而且这个“系统”本身又是它属的一个更大系统的组成部分。工业工程是关于人员、物料和设备等集成系统的设计、改善与实施的一门学科, 其研究的对象是“集成系统”(integrated systems), 其研究的方法就应具备系统的概念。因此, 在现代工业工程时代制定的定义中已引入了“系统”一词。工业工程引入系统概念之后, 实际上就能够从企业整个系统来权衡利害得失, 注意研究对象的目的性, 层次性和全面性, 力求在达到企业总体优化目标的前提下研究并提出完成各个局部任务的可供选择方案, 经过细密分析多种类对比再最后确定最优方案。

(5) 行为科学与人类工程学或环境学(human engineering)和人机工程学或

工效学 (ergonomics) 的研究成果。它进一步强调改进生产环境协调人体关系、人群关系来提高工效,同时还提出在工作中实现“自主管理”、恢复“人的尊严”提高所谓的“工作生活质量”(Quality of Working Life, QWL),试图从精神与物质上引导工人充分发挥主观能动性和积极性从而提高工效。现代工业工程就引进了上述思想,在实践中开拓着不少体现这类思想的方法,如:作业扩大化、充实化、轮换化、舒适化以及自律群体化 (autonomous group) 等方法。

另一方面,从人体测量学、生物学、劳动生理学等学科的角度研究人-机-环境最佳关系的一门学科——工效学,从 20 世纪 50 年代起就有一定程度的发展,实际上也是动作研究的延伸与扩大。工业工程能改造出一个身心舒适、操作方便、安全合理的作业系统,并广泛地利用了工效学研究的大量数据和成果。

上述几个方面基本上都在同一时代从不同侧面丰富和扩大着传统工业工程的应用领域,进一步提高了工业工程对问题处理的层次和综合程度,并把它推向具有现代科技理论基础的高度。

现代工业工程的发展主要体现在网络计算机技术、信息技术的应用上。信息技术和传统工业工程的方法相结合 (IE 加 IT) 为企业的腾飞奠定了坚实的基础,没有基础工业工程为背景的信息化在制造业企业是不可能真正成功的。同样,没有进行信息化管理的单纯基础工业工程的应用也是与时代脱节的。

1.3 工业工程基本职能

任何一门学科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。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。这客观上要求必需存在分析、设计、改善这些系统和管理的技术体系,因而 20 世纪初在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,谁就生存、成功,否则消亡。这样客观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,起源于美国。泰勒 (Taylor) 和吉尔布雷兹 (Gilberts) 等一批学者应视为工业工程学科 (IE) 的创始人。从那时起至现在工业工程的发展大致可分为三个阶段。

第一阶段,从19世纪末至第二次世界大战结束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。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时期,处于企业发展快速起步的初期阶段。恰恰此时发生了两次世界大战,客观上需求工厂效率提高,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,目前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,特别是由战后经济建设的恢复需求,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”,而且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(Toyota Production System, TPS)、全面质量管理(Total Quality Control, TQC)等。而中国台湾、韩国、中国香港、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、企业应用等方面都走在国际前列,开创了“亚洲四小龙”的经济飞速发展现实。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。国际市场是全面性供大于求的竞争,竞争焦点在于价格、质量、品种、交货期、售后服务等全方位的竞争,使企业的生存对管理的依赖性空前的强。企业也不仅仅是大型化,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。然而,信息时代的到来已是由于计算机、系统工程、通信技术、高技术的发展,使工业工程所面临的问题既前所未有的复杂又提供了

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。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”。

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、环境等现在资源的工程技术。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。因此，日本丰田汽车公司普遍认为，“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。”

工业工程是从实践中发展起来的，是工业化生产的产物，它于 20 世纪初起源于美国。主要代表人物泰勒的著作《科学管理原理》（1911 年）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。

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。

（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（MRP，MRP II），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