

工业工程与 项目管理

马汉武 马志强 主编 ●



化学工业出版社
教材出版中心

工业工程与项目管理

马汉武 马志强 主编
戈晓岚 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

前言

经过近一个世纪的应用、发展和完善，源于泰勒的工业工程（Industrial Engineering, IE）已成为生产管理与服务的支持性知识体系。1989年美国工业工程师学会（AIIE）将工业工程定义为“实现规划、设计、实施与管理生产和服务（保证功能、可靠性、可维修性、日程计划与成本控制）系统的带头（Leading）职业。这些系统可能是自然界的社會技术，通过产品的生命期、服务或程序，完成人员、信息、原料、设备、工艺和能源的集成”，其目标为“达到盈利、效率、效益、适宜性、责任、质量、产品与服务的连续改善”，所用的知识和方法“涉及到人因和社会科学（包括经济学）、计算机科学、基础科学、管理科学、通讯技术、物理学、行为学、数学、统计学、组织学和伦理学”。

日本是引用工业工程获得成功的典范，工业工程技术使其制造业在短期内获得振兴、提高与发展。日本的生产率在第二次世界大战结束时仅为美国的1/7，但是自从它在20世纪50年代初引进工业工程，并结合本国的特点加以消化和应用，到20世纪80年代末，日本的工业生产率就已基本接近美国。无论在理论上还是方法上，工业工程在日本都取得了很大的发展，取得广泛的应用成果。JIIE结合现代环境将工业工程重新定义为“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。”

工业化国家的实践证明，工业工程是一项提高生产率和经济效益的有效手段，也是一门挖掘企业内部潜力、提高企业管理水平的实用技术。

“转变经济增长方式”成为我国当今的热门话题，实际上我国在1995年就作出了要转变经济增长方式的决定。走内涵扩大式再生产的道路，实现持续增长已成为官、产、学多方的共识。任何一个组织，可供利用的人力和物质等资源都是有限的，节约资源成为当今各国的重要课题，即必须有效地利用有限资源来满足社会和个人的物质和文化的需要。这就有必要广泛而持久地开展工业工程教育、研究与实践，全社会提高全要素生产率。

工业工程追求高效与优质、快捷的统一，力求在不投资（不增加人、机、物）或少投资的情况下，一方面要为顾客创造有效的价值，另一方面要有效地为顾客创造价值，挖掘内部潜力，消除浪费。浪费的存在，要么转嫁到顾客头上，要么转嫁到自身；物质方面的直接浪费，人们是可以看到和感觉到的，但由于人们不熟练、低效率或指挥不当而造成的浪费，人们既看不到，又摸不到。这就需要更多的人员树立工业工程意识，具备工业工程技能，通过持续改善以不断减少浪费、降低成本、保障质量、减少时间消耗以及提高效率。提高生产率是工业工程的出发点和目标，也是工业工程的第一使命。

信息化需要现场的数据支持，市场经济也使管理者认识到职能部门对现场支持的重要性，工业工程的重点就是面向创造附加价值的现场，解决各环节管理问题。从人机操作到工作地，从设施、系统到物流、信息流、工作流等流程以及供应链，都是工业工程的“客户”，这是由工业工程的服务本质决定的。持续改善是反映工业工程实质的一个重要特点，把成本、质量、柔性和时间与生产率统一起来综合研究，追求生产系统的整体效益，而这个过程

或优化不是一次性的，工业工程追求的也不是一时的优化，而是经常地研究系统的优化，对系统进行革新、改造和提高，使之不断在新的条件下实现优化，获得更高的综合效益。

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。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，所以非常强调定量方法等技术手段。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的降低成本、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。

项目管理是近几十年来迅速发展的一门学科，已成为现代管理学的重要组成部分，在管理实践中已成为现代组织和管理的重要形式。特别是在应对外部激烈变化的环境实现一次性服务时，项目管理已成为行之有效的中心管理模式，被推广应用到各行各业和各个领域。

工业工程与项目管理浩瀚如沧海，本书希望能够帮助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，激发发现问题、分析问题的系统思维和解决问题的创新能力，为转变经济增长方式、实现持续增长尽力。

全书分上下两篇，第一到第五章为工业工程部分，第六到第九章为项目管理部分。第一章从总论的角度介绍了国内外工业工程的发展历程、学科与知识体系以及工业工程师的素质要求；第二章研究了工业工程领域的绩效指标、系统工程与创造技法等基本方法论以及具体的基础工业工程研究方法——工作研究；第三章重点介绍了流程分析等方法研究内容；第四章对作业测定的体系、方法做了阐述；第五章从“5S”、持续改善、标准化以及价值流图析等方面研究了开展现场管理入手点与方法。第六章讲述了项目与项目管理的基本概念和项目的发展，并简要介绍了项目管理的认证体系；第七章重点讲述了项目过程中的工作分解、进度控制、成本控制和质量控制的理论和方法；第八章介绍了项目实施的组织基础，包括项目组织结构、项目团队，以及项目经理和项目沟通；第九章介绍了项目采购以及项目风险控制的理论和方法，并介绍了项目结束的相关知识，最后介绍了两个案例。

全书由马汉武、马志强主编，江苏大学戈晓岚教授担任主审。参加编写的还有王建华、包伟平等。

本书在编写过程中吸取和参考了许多专家和学者的研究成果与文献资料，篇幅所限，未能全部列举，在此谨向有关著作者致以由衷的感谢！

由于编者水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2005 年 12 月

目 录

上篇 工业工程

第一章 工业工程总论	1
第一节 工业工程概述	1
一、生产系统与工业工程	1
二、工业工程的起源	2
三、工业工程的发展历程	3
第二节 工业工程学科的范畴与性质	6
一、工业工程的定义	6
二、工业工程的功能	7
三、工业工程的特点	7
四、工业工程学科的范畴	9
五、工业工程知识体系	11
第三节 工业工程师	12
一、工业工程师扮演的角色	12
二、工业工程师解决问题的途径	13
三、工业工程意识	13
四、成功开展工业工程工作的注意点	14
第四节 中国工业工程	15
一、我国工业工程的发展和企业应用阶段	15
二、工业工程技术与其应用领域间的关系	17
三、我国工业工程在企业管理中的应用策略	17
第二章 工业工程应用	19
第一节 生产率管理	19
一、生产率	19
二、生产率管理	20
三、生产率的测定	22
第二节 流程绩效衡量	24
第三节 系统工程	27
一、一般系统论	27
二、系统思想	28
三、系统工程方法	29
四、霍尔结构体系	31
五、切克兰德的“调查学习”模式	33
第四节 工业工程与创造技法	34
一、工业工程师的创造性品格	34

二、创造技法的基本原则	36
三、工业工程创造技法	37
第五节 基础工业工程方法——工作研究	44
一、工作研究的定义	44
二、工作研究的技术及其相互关系	45
三、工作研究的应用范围	47
四、工作研究的实施程序	47
第三章 方法研究	50
第一节 方法研究的内容	50
一、方法研究的定义与目的	50
二、方法研究的体系	50
三、程序分析符号与程序分析图表	51
四、方法研究的分析原则——ECRS 原则	52
五、方法研究分析时的六大提问（“5W1H” 提问技术）	52
六、方法研究的实施程序	53
第二节 工艺程序分析	54
一、工艺程序图	54
二、工艺程序图的构成与画法	54
三、工艺程序图的实例	56
第三节 流程程序分析	58
一、一般流程程序图	58
二、物料流分析	58
三、广义的流程图	66
四、流程分析	67
五、事务流程分析与信息流分析	71
六、业务流程再造	78
第四节 线路图与线图分析	85
一、线路图分析	85
二、线图分析	86
第五节 操作分析	87
一、操作分析的定义与类型	87
二、人机操作分析	87
三、联合操作分析	89
四、双手操作分析	91
第六节 动作分析	93
一、动作分析的意义与目的	93
二、动素	93
三、动作经济原则	93
四、动作改善	95
五、动作分析的应用	96
第四章 作业测定	100
第一节 作业测定内涵	100

一、作业测定的定义和目的	100
二、作业测定的主要方法及应用	101
三、工时消耗与标准时间	102
第二节 时间研究	104
一、时间研究的应用步骤	104
二、评比方法	107
三、宽放	109
第三节 工作抽样	111
一、工作抽样的概念	111
二、工作抽样的应用步骤	113
三、工作抽样的随机性保证	116
四、工作抽样应用实例	119
第四节 预定时间标准 (PTS)	122
一、预定时间标准 (PTS) 的概念、特点和用途	122
二、模特法及其应用实例分析	125
第五章 面向现场的管理	133
第一节 现场与管理	133
一、现场对管理的重要性	133
二、现场管理	135
三、现场管理的原则	136
第二节 “5S” 活动	138
一、“5S” 活动的含义	138
二、“5S” 活动的内容及具体要求	138
三、“5S” 的推进	140
第三节 定置管理	142
一、定置管理的含义	142
二、开展定置管理的步骤	142
第四节 标准化与持续改善	145
一、标准化的四大目的	145
二、良好标准的制定要求	146
三、标准化	146
第五节 目视管理	147
一、目视管理的含义	147
二、目视管理的优点	147
三、目视管理的内容	148
四、推行目视管理的基本要求	149
第六节 精益思想与价值流图析	149
一、精益思想	149
二、价值流	151
三、价值流图析	153
四、价值流图析应用实例	154

下篇 项目管理

第六章 项目管理概述	159
第一节 项目与项目管理	159
一、项目的概念	159
二、项目管理的概念	161
第二节 项目管理的发展	162
一、项目管理在全世界的发展	162
二、项目管理在我国的发展	162
第三节 项目管理知识体系	163
一、项目管理知识体系纲要	163
二、项目管理知识体系简述	164
三、如何看待项目管理	165
第四节 项目管理认证体系	165
一、IPMA 与 IPMP	165
二、PMI 与 PMP	166
三、PMRC 与 C-NCB	166
四、中国项目管理师国家职业资格认证	166
第五节 项目管理常用应用软件简介	167
第七章 项目过程控制	169
第一节 工作分解与进度管理	169
一、项目范围	169
二、工作分解	169
三、项目网络图	173
四、进度控制	177
第二节 项目成本管理	177
一、项目成本管理的概念	177
二、项目成本管理的内容	178
三、挣值管理	181
第三节 项目质量管理	184
一、项目质量的概念	184
二、项目质量管理的内容	184
三、常用项目质量控制方法	186
四、项目的全面质量管理	188
五、项目质量与成本的关系、成本、工期之间的关系	191
第八章 项目组织实施	193
第一节 项目组织	193
一、项目组织的定义及特点	193
二、项目组织结构类型及其优缺点	193
三、影响项目组织结构类型选择的因素	196
第二节 项目团队	197
一、团队与项目团队	197

二、项目团队生命周期	197
三、项目团队凝聚力	198
第三节 项目经理	199
一、项目经理必备的素质	199
二、项目经理的职责	200
三、激励	201
第四节 项目沟通管理	202
一、项目沟通的概念	202
二、项目沟通方式	203
三、沟通障碍	204
四、有效沟通的方法	204
第九章 项目采购、风险管理与项目结束	206
第一节 项目采购管理	206
一、项目采购管理的概念	206
二、项目询价、招标与供应商选择	208
三、项目合同管理	209
第二节 项目风险管理	212
一、项目风险管理的概念	212
二、项目风险识别	213
三、项目风险估量	215
四、项目风险对策	217
五、项目风险控制	217
第三节 结束项目	218
一、项目终止	218
二、项目收尾	220
三、项目后评价	223
四、项目结束报告	224
第四节 项目管理案例	225
一、新产品开发项目管理案例	225
二、综合信息服务软件开发项目	230
参考文献	238

上篇 工业工程

第一章 工业工程总论

第一节 工业工程概述

一、生产系统与工业工程

生产是人类最基本、最重要、最广泛的一项活动，只有生产得好，才会生活得好。人们通过构建各种类型的生产系统向社会提供产品、服务、知识，满足人类生存与发展的需要，推动社会的前进与发展。如图 1-1 所示，生产系统可以简化为资源要素的投入、转换而得到有效产出的过程。实质上，生产过程就是一种创造与增加附加价值的转换过程。

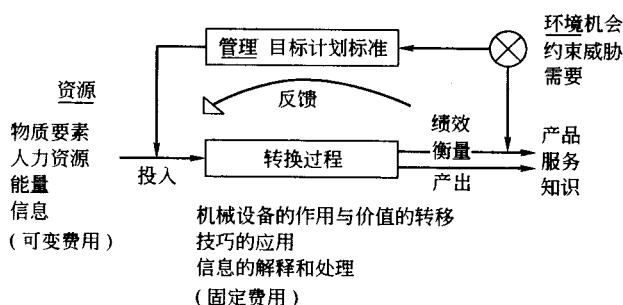


图 1-1 生产系统示意图

对于生产系统，不管是经济学还是管理学，即便是工程学领域，都广泛使用生产率来衡量其增殖过程的有效性，描述生产要素的使用效率。如果能用较少的资源投入得到更多的有效产出，则生产率高，具有更高的经济效益。生产率成为生产活动中人们最为关心的一个指标，任何组织，事实上都以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。

任何一个组织，可供利用的人力和物质等资源都是有限的，节约资源成为当今各国的重要课题，即要有效地利用有限资源来满足社会和个人的物质和文化的需要。生产率的提高主要取决于生产系统如何配置并有效地发挥生产要素的作用，消除浪费，提高效率。人类为提高生产率而努力改进技术与管理，不断发明新技术、新工艺，创造新工具、新机器和科学的管理方法。

技术和管理是生产和经济发展所依靠的两个轮子，而连接这两个轮子的就是工业工程。工业工程（Industrial Engineering）就是在人们致力于提高工作效率和生产率、降低成本的实践中产生的一门学科，就是把技术和管理加以有机地结合，使生产要素组成生产力更高和运营更有效的系统，是实现提高生产率目标的工程学科。

如图 1-2 所示，组织选择的工作来源于它从（社会/市场）环境中获得的优先权及其具

有的能满足这些需求的能力（资源和技术）。工作研究结果指出了要采用的工作方式、方法，它反过来需要某种形式的作业测定，并产生某种程度的工作满意度。

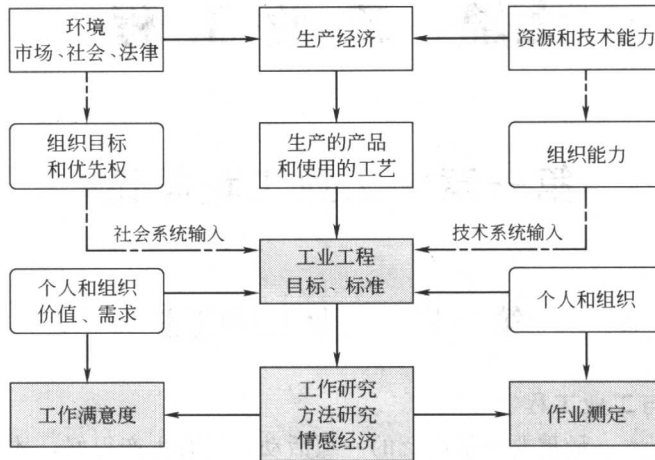


图 1-2 生产系统与工业工程

现代生产理论认识到，员工是一个组织最有价值的资产，他们具有设备无法匹敌的内在价值和各种各样的技能、热情和任何机器都没有的业绩水平。工业工程通常指出了要完成的任务、如何去做以及什么时候和在哪里工作。工作目标本身应该清晰和明确，难度适中，并被很好地接受。

工业工程必须始终认识到一个健全的工业工程政策依赖于维持工作环境的两个关键点：

- ① 尊重人的尊严和员工平等；
- ② 为员工提供能鼓励自我实现的工作（通过他们的知识、价值观和与工作相关的技能的发展）。

二、工业工程的起源

任何一种学问的起源必然有其推动的力量，工业工程也不例外，它的推动力就是人类不屈于现状的意愿和追求尽善尽美的成就需要。在不断改善工作的过程中，人类终于了解到如果用科学方法来改善，可以把事情做得更好。改善的过程原本也不一定要接受什么特殊训练，每个人天生就可以运用自己的经验与本能来达到改善的目的。但是直到泰勒开创性地把科学的方法运用到管理领域，并开展了科学管理运动，才逐步形成理论体系，又反过来指导改善实践过程以帮助个性化的经验升华为更具一般性的理论或标准。

工业工程作为一门正式的学科在 20 世纪初起源于美国。资本主义原始积累完成后，管理成为工业发展中影响生产率提高的瓶颈环节，为了解决这一现实问题而产生了工业工程。在生产水平低下的历史时期，不论是工人的劳动技巧，或是工厂厂主较好的管理方法，都是一些分散的经验。泰勒（Taylor）和吉尔布雷斯（Gilbreth）等一批学者首次将科学与工程技术方法应用于生产与管理实践，摆脱了囿于经验的传统做法，产生了相应理论并广泛地用于指导生产实践，被公认为工业工程的创始人。工业工程通过寻求合理组织生产和发挥工人潜力的方法，在实际生产管理中取得了显著成果；通过对成本、效率等管理目标的有效支持，极大地促进了社会生产力的发展，也带动了整个西方工业化的进程；以流水线生产方式为例，福特汽车公司通过大批量流水作业方式，提高了劳动生产率，大幅度降低了汽车成本，也显著提高了企业效益与市场占有率。从整个汽车行业来看，流水生产方式直接改变了

人类的作业方式,推动了世界制造业乃至服务业的进步,带动生产方式的变革,进而推动整个社会的进步。

任何一门科学能被人们所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。概括地说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(或者说经济形态),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并且越来越多样化,这在客观上要求分析、设计、改善这些系统和管理的技术体系。这也说明了为什么在 20 世纪初生产力开始快速发展时产生了工业工程。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支持和手段,促进了工业工程的发展和提高。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,否则就会消亡,因而无论是美、日等工业发达国家,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,且皆收效甚佳。

三、工业工程的发展历程

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。近一个世纪以来,工业工程的发展大致可分为三个阶段,如图 1-3 所示。

1. 第一阶段——基础工业工程阶段

从 19 世纪末~20 世纪 30 年代,可称为奠基期,也是工业工程第一波发展期,其理论可称为基础工业工程。

1900 年前后,美国制造业的产值已经超过了农业的产值。但是当时工业生产方式和今天的大不相同,那时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,工人缺少训练、工作方法缺乏科学性和系统性,主要凭经验办事。作业方法的改进一般来源于工人自己为找到更容易和更简便的方法完成所承担的任务而自发地努力,是一种分散的个人行动,几乎没有人注意一个工厂或一个工艺过程的改进和总体协调。

弗雷德里克·泰勒(Frederick W. Taylor, 1856~1915 年),一位工程师和效率专家,一位发明家(一生获得过 100 多项专利),当过普通工人、技工、工长、总技师、总工程师。他的工程实践经验和机械工程理论知识背景,使他对当时生产管理和劳动组织中的问题比较清楚,他认为管理没有采用科学的方法,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。他系统研究了工厂作业和衡量方法,创立了“Time Study”理论,改进操作方法,科学地制定劳动定额,实行标准化操作。

泰勒的科学管理的根本目的是谋求最高的工作效率,而最高的工作效率是雇主和雇员达到共同富裕的基础,使较高的工资和较低的劳动成本统一起来,从而扩大再生产的发展。要达到最高的工作效率的重要手段是用科学化的、标准化的管理方法代替以前的经验管理。为此,泰勒提出了一些基本的管理制度。

在科学管理时代,“以高工资提高生产力,降低产品单位成本”的思想得到了发展。当

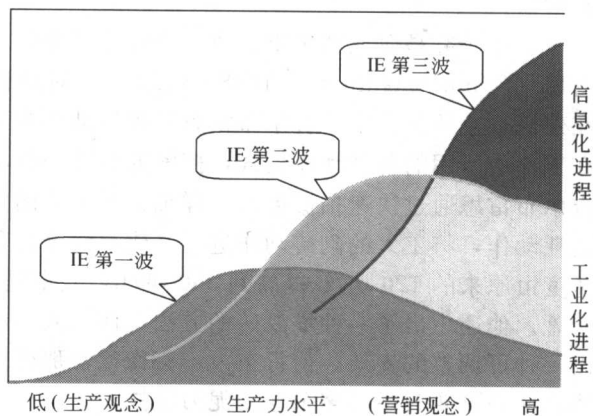


图 1-3 工业工程的发展阶段

时的观点认为,最好的办法就是把劳动报酬与劳动表现联系起来。

泰勒不赞同当时正在实行的利润分享计划,认为利润分享计划不能促进个人抱负的实现,因为不管人们做出的贡献大小,所有的人都参与分享利润。而且,按照时间接近的心理原则,这种制度“获得奖赏的日子太遥远”,在一年终了时分享利润并不能激励工人在每天都做出最大的成绩。1895年,他针对工人的“偷懒”提出了差别计件工资制度,作为“部分解决劳动力问题的进一步措施”。这个计划包括三部分内容:①通过工时研究进行观察和分析以确定“工资率”,即工资标准;②差别计件工资制;③“把钱付给人而不是职位”。泰勒认为,如果采用差别计件工资,一旦工作标准确定下来,差别计件制就能产生两方面的作用:达不到标准的工人只能获得很低的工资率,而达到标准的工人会得到较高的报酬。

物质方面的直接浪费,人们是可以看到和感觉到的,但由于人们工作的不熟练、低效率或指挥不当而造成的浪费,人们既看不到,又摸不到。“所有的日常活动中不注意效率的行为都在使整个国家资源遭受巨大损失,而补救低效能的办法不在于寻求某些出众或是非凡的人,而在于科学的管理”。提出这个观念的人正是被西方管理界誉为“科学管理之父”的泰勒。

与泰勒同时期对科学管理、工业工程有影响、有贡献的是被公认为动作研究之父的吉尔布雷思。

动作研究是研究和确定完成一个特定任务的最佳动作的个数及其组合。弗兰克·吉尔布雷思(Frank B. Gilbreth, 1868~1924年)对动作的研究始于早年对建筑工人砌砖的研究。在建筑行业的工作中,吉尔布雷思对砌砖动作和速度的关系产生了兴趣。他仔细观察砌砖工在工作中所用的各种动作模式,探索究竟哪一种动作模式是最好而且效率最高的。1911年,吉尔布雷思通过快速拍摄影片,详细记录工人的操作动作后,对其进行分析研究,去掉无效消耗动作,将工人的砌砖动作进行简化,将全过程中的17个动作减少为4.5个,使砌砖的速度由原来的120块/h提高到350块/h,效率提高将近三倍。同年出版了他的《动作研究》专著。他还想出了一种堆放砖的方法,使工人不用像往常那样检查砖的哪一面最好;他设计出一种可调整的支架,使得工人不必像往常那样弯腰取砖;他还调制了一种有精确浓度的灰浆,使得砌砖时不必多余地用泥刀涂抹。

吉尔布雷思夫妇通过对手的动作的分解研究发现,一般所用的动作分类,如“移动手”,对于细致分析来说是过于粗略了。因此,吉尔布雷思把手的动作分为17种基本动作——动素(therbligs)。

虽然吉尔布雷思被人们称为动作研究之父,但他的研究领域远远超出了动作研究的范围。他致力于通过有效的训练、采用合理的工作方法、改善环境和工具,使工人的潜力得到充分的发挥,并保持健全的心理状态。总之,他致力于改善人及其所处的环境。他把新的科学管理应用到实践中,从而使它更容易被人们所接受并取得成功。人们可以根据他的工作成果制定出更好的动作模式,提高生产率,并以此建立健全激励报酬制度。吉尔布雷思的思想对后来行为科学的发展有一定的影响。

在泰勒的单工序动作研究基础之上,亨利·福特进一步对如何提高整个生产过程的效率进行了研究。他充分考虑了大量生产的优点,规定了各个工序的标准时间定额,使整个生产过程在时间上协调起来,创建了第一条流水生产线——福特汽车流水生产线,使成本明显降低。同时,福特还进行了多方面的标准化工作,包括产品系列化,零件规格化,工厂专业化,机器、工具专业化,作业专门化等。

2. 第二阶段——系统工业工程阶段

从20世纪40年代到70年代,可称为发展期,也是工业工程第二波,其理论可称为系

统工业工程。

这个时期生产力得到前所未有的高速发展，特别是由于第二次世界大战与战后经济建设，需求空前高涨，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”，而且被成功引入亚太地区，其中，最典型和最成功的是日本。日本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引入工业工程，并进行日本式的消化和改造，开创出丰田生产方式（TPS）、全面质量管理（TQC）等最佳实践。而我国的台湾、香港以及韩国、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。这个时期，工业工程学科体系开始形成。

3. 第三阶段——现代工业工程阶段

从 20 世纪 80 年代末到今天，可称为创新期，也是工业工程第三波，其理论可称为现代工业工程。信息时代的到来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，这是一个最富有创造性的时代。

工业工程已不是仅仅在工作研究或设施设计某个方面的独立应用来解决企业的问题，而是面临企业综合竞争能力、核心竞争力提高的问题。因而工业工程的应用应面向企业生产与管理的全过程，从市场研究、产品开发、项目建设、生产制造、贮存、包装到销售、服务的全过程的开发与应用。众所周知，日本和德国在 20 世纪 80 年代制造业已达到世界领先水平，使美国处于相对落后的局面，经过认真分析和研究，日、德的制造业发展主要依靠技术进步和工业工程。

20 世纪 90 年代工业工程的另一个突出的特点是它已经完全产业化，不仅仅在制造业广泛应用，更重要的是在建筑工程业、服务行业，诸如旅馆、饭店、医疗卫生、体育、教育等领域的广泛应用。近年来美国工业工程应用最成功的案例之一就是全美医疗保健系统的规划与设计；而 20 世纪 90 年代香港的制造业几乎全部转入大陆，香港在 20 世纪 60 年代随着外资进入而引进工业工程，目前主要是在服务行业，非常有效。

表 1-1 列举了工业工程不同发展阶段的特征。

工业工程是一种工程技术，在今天它对人们研究与开发的若干企业管理模式具有很强的支持功能。如：敏捷制造系统、柔性制造系统、计算机集成制造系统（CIMS）以及精益生产系统等，都需要工业工程的开发与应用。这些先进制造模式的产生与发展都是与工业工程发展紧密相关的。它们不是单纯依靠技术进步而成功的，更重要的是依靠管理进步，特别是

表 1-1 工业工程不同发展阶段的特征

阶 段	基础工业工程	工业与系统工程	现代工业工程
竞争焦点	成本、质量	成本、质量、柔性	成本、质量、柔性、时间
关注焦点	单一要素、效率	系统、能力、生产率	产销率、顾客满意率
方法、技术基点	数理统计	运筹学	信息化
概念、意识	专业化、规范化、标准化	整体优化	流程优化
行为假设	经济人假设	决策人	自学习、自组织、自知识团队
理论基础	劳动分工理论	系统论	信息论

工业工程的开发和应用。比如 CIMS 的产生,毫无疑问是计算机科学的发展在制造业的成功应用,但它决不仅仅是依靠计算机来实现的。CIMS 是一种新型管理哲理,是美国的企业管理从 1911 年发展到 20 世纪 90 年代的结果。这时美国的企业具有相当雄厚的管理基础(这与工业工程是不可分割的),现今引入以计算机为代表的高技术来管理企业,必须具有与之相适应的现代工业工程的支持。因而单纯依靠技术进步而忽视管理和工业工程,对于发展中国家的企业(管理基础薄弱),很难实现 CIMS。由此可见,工业工程在 20 世纪 90 年代甚至 21 世纪都将成为企业管理现代化和提高竞争能力的必不可少的武器和工具。

第二节 工业工程学科的范畴与性质

一、工业工程的定义

工业工程是影响相当广泛的综合性、交叉性、反映技术与管理相结合的交叉型学科,并且它的内涵与外延仍然在不断发展。在工业工程发展的不同时期,不同背景和不同国家的学者、学术团体对其所下的定义也不尽相同,但其内涵大体相似。

美国《大百科全书》(1982 年版)将工业工程定义为: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、利润率和效率。

著名的工业工程专家 P·希克斯(Philip E. Hicks)将工业工程定义为:工业工程的目标就是设计一个生产系统及该系统的控制方法,使它以最低的成本生产具有特定质量水平的某种或几种产品,并且这种生产必须是在保证工人和最终用户的健康和安全的条件下进行的。

日本工业工程协会对工业工程的定义是: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。综合来看,工业工程就是综合运用各种专门知识和技术,为把生产要素组成更有效的系统所从事的规划、设计、评价和创新活动。

在我国影响比较广的当属美国工业工程师学会(AIIE)1955 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”。

从以上定义可以看出工业工程的特征: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;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的降低成本、提高系统管理效益的特征;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,这也是工业工程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。

1989 年美国工业工程师学会对工业工程定义进行了精心修订,对工业工程的功能、作用、内容、所涉及的知识与哲理都给予了严格的限定。从中可见科学、系统、完整的现代工业工程端倪。

根据 1989 年美国工业工程师学会的定义,工业工程是“实现规划、设计、实施与管理

生产和服务（保证功能、可靠性、可维修性、日程计划与成本控制）系统的带头（Leading）职业。这些系统可能是自然界的社技术，通过产品的生命期、服务或程序，完成人员、信息、原料、设备、工艺和能源的集成”。其目标为“达到盈利、效率、效益、适宜性、责任、质量、产品与服务的连续改善”，所用的知识和方法“涉及到人因和社会科学（包括经济学）、计算机科学、基础科学、管理科学、通讯技术、物理学、行为学、数学、统计学、组织学和伦理学”。

二、工业工程的功能

如表 1-2 所示，工业工程过程就是四个功能的不断循环提升过程。

表 1-2 工业工程的功能

工业工程的功能	规划	企业(微观)	业务发展规划,持续改善规划:能力、质量、流程、成本
			产品多样化规划,产品标准化规划,产品寿命周期规划
			物流规划,库存计划,安全、绿色生产计划,职工教育与培训计划
		产业(宏观)	产业政策,产业结构分析,产业发展规划
			科研政策与规划,技术发展规划,工程教育及技术培训规划
	设计	项目设计	工程项目总体设计,CIMS 设计,能力设计
		制造系统	设施布置与设计,流程设计,技术选择,人机、工作地设计
		物流系统	设施选址,储运设计,供应、生产、销售物流设计
		信息系统	数据库,MIS,MRP,ERP,PDM,网络
		产业系统	供应链设计,安全、卫生、环保系统设计,产业标准化
		管理系统	库存管理,教育培训
	评价	技术评价	产品设计评审,DFM/A,质量/可靠性
		经济分析	评价指标及规程,成本/效率/效用评价,业绩与职务评价
		系统集成性评价	各规划、设计的全面评审,标杆管理,生产系统与生产方式先进性评价
	创新	工作地	产品、材料、工作方法、操作人员、环境、工具、数据与信息
		系统	设施,创新激励,人员与团队
		流程	生产方式,管理流程,产品开发与设计

(1) 规划 确定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、战略和战术的制定和各种分期实施计划的制定。

(2) 设计 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，最优选择和蓝图绘制。

(3) 评价 评价是对现存各种系统、规划方案、设计方案以及各类业绩按照一定的评价标准确定活动有效性的活动。包括各种评价指标和规程的制定，以及评价实施。

(4) 创新 改进现行研究对象，使其更有效的生产、服务和运作。

三、工业工程的特点

工业工程是实践性很强的应用学科，各国都根据自己的社会文化传统、技术发展阶段、管理体制与生产力水平形成富有自己特色的工业工程体系。然而，工业工程的本质是一致的。综合分析工业工程的概念，可概括出反映工业工程本质的基本特点。

(1) 工业工程的核心是持续改善 工业工程发展历程与阶段表明，工业工程就是通过持续改善以不断减少浪费、降低成本、保障质量、减少时间消耗以及提高效率。提高生产率是

工业工程的出发点和最终目标,是工业工程的第一使命。由于只有创造并提供为社会所需要的质量合格的产品和服务,才可作为有效的产出,否则就是浪费。所以,不仅要降低成本,还要提高质量,它们是提高生产率的前提和基础。持续改善是反映工业工程实质的一个重要特点,把成本、质量、柔性和时间与生产率统一起来综合研究,追求生产系统的整体效益,而这个过程或优化不是一次性的,工业工程追求的也不是一时的优化,而是经常地研究系统的优化,对系统进行革新、改造和提高,使之不断在新的条件下实现优化,获得更高的综合效益。

(2) 注重人的因素是工业工程区别于其他工程学科的特点之一 人是生产系统各要素中最活跃和不确定性最大的因素,工业工程为实现其目标,在进行系统设计、实施、控制和改善的过程中,都必须充分考虑到人和其他要素之间的关系和相互作用,并开展人性化设计。从操作方式、工作站设计、岗位和职务设计直到整个系统的组织设计,工业工程都十分重视研究人的因素,包括人机关系、环境对人的影响(生理和心理等方面)、人的工作主动性、积极性和创造性、激励方法等,寻求合理配置人和其他因素,建立适合人的生理和心理特点的机器和环境系统,使人能够充分发挥能动作用,达到在生产过程中提高效率,安全、健康、舒适地工作,并能最好地发挥各生产要素的作用。

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。这也是工业工程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、激励手段等工作时也往往采用工业工程的方法。

(3) 工业工程的重点是面向现场的支持服务 为了达到减少浪费、降低成本的目的,工业工程重点面向现场管理,解决各环节管理问题。从制定作业标准和劳动定额、现场管理优化直至各职能部门之间的协调和管理改善,都需要工业工程发挥作用。现场是直接创造附加价值的,从人机操作到工作地,从设施、系统到物流信息流 workflow 等流程、供应链,都是工业工程的“客户”,这是由工业工程的服务本质决定的。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,所以非常强调定量方法等技术手段。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的降低成本、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。

(4) 工业工程是综合性的知识应用体系 工业工程的定义和内容清楚地表明,工业工程是一个包括多种学科知识和技术的庞大体系,知识范围大是工业工程的一个明显特点,而其本质还在于综合地运用这些知识和技术,而且特别体现在应用的整体性上,这是由工业工程的目标——提高生产率——所决定的。因为生产率不仅体现各生产要素的使用效果,尤其取决于各个要素之间、系统的各部分之间的协调配合。一个企业要提高其经济效益,必须运用工业工程全面研究、解决生产和经营中的各种问题,既有技术问题又有管理问题;既有物的问题,又有人问题。因而,必然要用到包括自然科学、工程技术、管理科学、社会科学及人文科学在内的各种知识。这些领域的知识和技术不应是孤立地运用,还要围绕所研究的整个系统(如一条生产线、一个车间、整个企业等)的生产率提高有选择地、综合地运用,这就是整体性。这也是工业工程区别于某一工程技术或专业管理的重要之处。

工业工程的综合性还集中体现在技术和管理的结合上。通常,人们习惯于把技术称作硬件,把管理称作软件,由于两者的性质和功能不同,容易形成分离的局面。工业工程从提高生产率的目标出发,不仅要研究和发展硬件部分,即制造技术、工具和程序,而且要提高软件水平,即改善各种管理与控制,使人和各种要素(技术、机器、信息等)有机地协