

工业工程

周信侃 姜俊华 编

IE

INDUSTRIAL ENGINEERING

航空工业出版社

工业工程

周信侃 编
姜俊华

航空工业出版社

1995

内 容 提 要

本书介绍的工业工程(IE)是传统 IE 的工作研究、工厂平面布置及物料搬运,是 IE 的基础部分。书中系统地阐述了工业工程的原理、应用原则和方法,介绍了国内外在这一领域的实践经验,并收集了大量的资料和实例。

本书的主要内容:1. 工业工程概述,包括 IE 的定义、目标、实质、发展及其应用、生产率概述等;2. 工作研究及方法研究,包括程序分析、操作分析、动作分析;3. 作业测定,包括时间研究和标准时间的制定、工作抽样、预定时间标准;4. 工厂平面布置,物料流动及搬运分析;5. 现场管理优化。

本书可用作工科院校“工业工程”或“工作研究”选修课或必修课的教材或参考书,亦可作为企业工程技术人员、管理及定额人员研究、实施工业工程的工作研究、物料流动分析、改进平面布置及现场管理优化的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工业工程/周信侃,姜俊华编. —北京:航空工业出版社,1995. 3

ISBN 7-80046-892-5

I. 工… I. ①周…②姜… II. 工业工程 N. F402

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 01271 号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

南昌航空工业学院印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

1995 年 6 月第 1 版

1995 年 6 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:12.875

字数:324 千字

印数 1—3 500

定价:12.00 元

序

工业工程(IE)是“研究由人、物料、设备、能源和信息所组成的集成系统设计、改善和设置”的工程学科;IE技术是“充分发挥生产要素作用,靠内涵扩大生产的有效手段。”近年来,我国已有一些企业应用IE,取得显著成效,提高了产品质量、生产效率和效益。可见,应用和发展IE对我国经济建设具有现实意义和战略意义。

随着工业生产和相关学科的发展,一个世纪以来,IE有了很大发展,内容颇为丰富。然而,IE的应用宜从我国实际出发,从基础IE着手,故本书在阐明IE实质及其方法论之后,着重介绍了工作研究(方法研究和作业测定)、工厂布置与物料搬运等IE的基础部分,这些是目前我国应用IE的主要内容。

当前,我国推行IE,专业人才培养是急需解决的问题之一。本书的出版,无疑对我国IE教学和促进IE在我国的应用和发展具有很大的意义。

顾亚声

1994年12月

前 言

为提高我国企业的生产效率和效益,为迎接我国即将“复关”,使企业能有效地参与国际竞争,目前我国企业正在掀起一个宣传、推广、研究、应用工业工程的热潮。工业工程以提高企业生产效率为目标,是一门技术与管理相结合的边缘学科,它是以工程知识为基础,又具有明显管理属性的工程技术。工业工程是工业化大生产的必然产物,早为世界各发达国家广泛应用。我国机械工程学会所属的工业工程分会及一些专家学者号召各工科院校尽快开出有关工业工程的选修课或必修课,以适应企业开展应用工业工程的需要。为此我们编写了这本“工业工程”教科书。

本书共分五章,第一章,工业工程概述。全面地介绍了工业工程的定义、性质与发展,生产率的概念及目前国内外研究、应用状况等。第二章,工作研究与方法研究。介绍各种程序分析、作业分析和动作分析的方法及动作经济原则。第三章,作业测定(即工作衡量)。介绍连续抽样法,工作抽样法,标准时间制订及模特法预定时间标准。第四章,工厂平面布置与物料搬运。介绍物料流动分析和搬运的原则及工厂平面布置设计与改进的步骤与方法。第五章,现场管理优化——定置管理与“5S”活动。这是工业工程在现场研究方面的全面应用。

八十年代中期以来,我国机械电器行业推行了工业工程的工作研究(方法研究和作业测定),据10个企业统计,一次性投资76万元,而每年增加净收入2815万元,取得了巨大的经济效益。鞍山钢铁公司20个试点单位应用工业工程技术,改进工艺路线、车间布局、劳动组织、设备管理、作业标准等,取得成果100余项,获经济效益5392.1万元。某开关厂运用工业工程中的“物流技术”,进行系统规划与布置,节约搬运工作量50万吨·米,节省费用20%,生产周期由3~6个月缩短到1个月以内。

工业工程的内容极其丰富、广泛,本书工业工程的内容主要是与工程专业有关的,以工作研究、工厂平面布置与物流分析等为主的传统工业工程(或叫基础工业工程)内容。

本书系统地阐述了国内外在这一领域的理论和实践经验,介绍国内企业推广应用传统工业工程的方法和步骤,并汇集了国内外企业实施实例,其中也有这几年我专业毕业设计中,进行传统工业工程研究的一些实例。

本书可作为工程类专业的选修课或必修课教材,也可供企业的工程技术人员和定额、管理人员在开展工业工程工作研究、物流分析和时间研究时学习参考。

本书是在本院“工业工程”教材的基础上,经全面修改而成,其中第一、二、三章由周信侃同志编写,第四、五章由姜俊华同志编写,全书由周信侃同志主编统稿,原稿由我院刘志和副院长主审,本书最后由航空界元老、航空工业部顾问、西北工业大学管理学院博士生导师顾亚声教授主审。另外西北工业大学赵景文教授、任敬心教授、马修德教授和本院江甫炎副教授、胡坚讲师对全书进行审阅,并提出了宝贵意见,在此一并表示感谢。

限于我们的实际经验和理论水平,书中缺点错误在所难免,诚望读者批评指正。

周信侃 姜俊华

于南昌航空工业学院

1994年9月

目 录

第一章 工业工程概述	1
第一节 什么是工业工程	1
一、工业工程的定义	1
二、工业工程的目标	1
三、工业工程的基本职能	2
四、工业工程的基本特点	2
五、工业工程的意识	4
第二节 工业工程的起源与发展	5
一、工业工程的起源	5
二、工业工程的发展历程	6
三、现代工业工程的新发展	7
第三节 工业工程学科的范畴与性质	9
一、工业工程学科的范畴	9
二、工业工程学科的性质	9
三、工业工程与相关学科的关系	10
四、工业工程人员的资格和素质	11
第四节 生产率概述	11
一、生产率及提高生产率的意义	12
二、生产率管理	13
三、生产率测定	15
第五节 我国工业工程的应用与发展	18
一、我国应用 IE 的初步效果	18
二、我国 IE 的学术活动	19
三、我国研究和应用 IE 的基本思路	19
四、IE 的基本思想——IE 精神	20
五、在我国研究、应用工业工程须从教育着手	21
第二章 工作研究与方法研究	22
第一节 工作研究的意义和内容	22
一、工作研究是工业工程中最重要基础技术	22
二、工作研究的内容	22
三、工作研究的实施程序	22
第二节 方法研究概述	24
一、方法研究的定义与目的	24
二、方法研究的内容	24
三、方法研究的工序图示符号	24
四、方法研究的五提问、四改进技术	26

第三节 程序分析	26
一、概述	26
二、梗概程序分析和梗概程序图	27
三、流程程序分析	31
四、流程线路图分析	42
第四节 作业分析(也称操作分析)	50
一、作业分析概述	50
二、工序作业分析	51
三、双手操作分析	54
四、人机操作分析	59
五、联合操作分析	62
第五节 动作分析	70
一、动作分析的定义、方法与目的	70
二、基本动作要素定义及分析	71
三、动作经济原则	75
第三章 作业测定(即工作衡量)	88
第一节 作业测定概述	88
一、作业测定的定义	88
二、作业测定的目的和应用	88
三、作业测定的主要方法及应用	89
第二节 密集抽样时间研究	90
一、概述	90
二、收集资料	91
三、划分操作单元	92
四、决定观测次数	94
五、实施观测	94
第三节 标准时间	96
一、评比修正	97
二、宽放时间	100
三、标准时间	101
四、应用实例	102
第四节 工作抽样	103
一、工作抽样概述	103
二、工作抽样的基本原理	104
三、工作抽样的实施步骤	106
四、工作抽样应用实例	110
第五节 预定时间标准法	116
一、模特排时法的特点	117
二、模特法动作分类	119
三、模特法的动作分析	119
四、动作的改进	126
五、模特法应用实例	128

第四章 工厂平面布置与物料搬运	132
第一节 概述	132
第二节 工厂平面布置	133
一、工厂平面布置的目标、原则及步骤	133
二、工厂平面布置的基本形式	135
三、工厂平面布置的程序与方法	140
四、计算机辅助布置设计	154
五、结束语	166
第三节 物料搬运	167
一、物料搬运与工厂布置	167
二、物料搬运的目标和原则	168
三、物料搬运分析	169
四、影响物料搬运决策的因素	177
五、物料搬运的经济效益分析	178
六、物料搬运设备	180
第四节 工厂厂区、车间平面布置实例	181
一、例一	181
二、例二	184
第五章 现场管理优化——定置管理与“5S”活动	187
第一节 现场管理优化概述	187
一、现场管理优化的重要性	187
二、现场管理优化的任务	187
三、现场管理优化的内容	188
第二节 定置管理	188
一、定置管理的性质、特点和作用	189
二、通过定置管理要求达到的目标	189
三、定置管理的内容和步骤	189
四、如何推行定置管理	190
第三节 “5S”活动	192
一、“5S”活动的含义	192
二、“5S”活动的内容与要求	192
三、“5S”活动实践与现场管理	193
第四节 目视管理	193
一、目视管理的内容与形成	193
二、目视管理的基本要求	194
参考文献	195

第一章 工业工程概述

第一节 什么是工业工程

一、工业工程的定义

工业工程(Industrial Engineering,简称IE)是本世纪初出现的一门技术与管理相结合的工程学科。它是一门实践性、实用性很强的工程技术,又是一门具有明显管理特征的现代管理技术。

工业工程的发展迄今虽已近一个世纪了,但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过程中,不同时期、不同国家、不同组织和学者下过许多定义。如《美国大百科全书》(1982年版)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,目的是使组织提高生产率、利润和效率”。又如日本科技连IE研究会编的《IE初级教程》中下的定义为:“工业工程可以说是一门通过对人、原材料和机器设备组成的系统进行设计和改进,从而提高生产率并降低成本的技术”。在诸多的IE定义中,最具有权威性和今天仍被广泛采用的是美国工业工程师学会(AIIE)于1955年提出,后经修订的定义:“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。”

该定义已被美国国家标准学会(ANSI)采用作为标准术语——《工业工程术语》标准—Z94。

二、工业工程的目标

任何一门工程学科都有其特定的研究对象和目标,如机械工程的目标是研究设计各种优质、高效、高性能的机器;电气工程的目标是设计受顾客欢迎的电器产品;化学工程的目标是研究开发新型化工产品等。

著名工业工程专家P·希克斯(Philip E·Hicks)博士指出:“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。”

由上述定义和希克斯的观点表明,工业工程的目标就是使生产系统投入的要素得到有效利用,降低成本,保证质量和安全,提高生产率,获得最佳效益。具体地讲,其目标就是将人、原材料、设备等放到一个立体空间内,使其统一地、巧妙地、最佳地组合到一起,进行综合分析,统一设计,全面改善,整体确定,以实现各种要素合理配置,优化运行,以达到低成本、低消耗、安全、优质、准时和高效。

三、工业工程的基本职能

工业工程又可定义为：“综合运用工业专业知识和系统工程的概念和方法，把人力、物资、装备、技术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，为管理提供科学依据。”

此定义指出工业工程的基本职能为规划、设计、评价和创新等四个方面，现分别述之，表 1-1 中分别列举了各类基本职能的专业活动内容。

1. 规划

规划是确定一个组织在未来一定时期内从事生产所应采取的特定行动和预备活动，包括总体目标、方针政策、战略和战术的制定，也包括分期（短期、中期、长期）实施计划的制定。它是协调资源利用，以获得最佳效用的重要工具。IE 从事的规划侧重于技术发展规划。

2. 设计

设计是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，最优方案选择和蓝图绘制。IE 的设计不同于一般的机器设计，而是侧重于工程系统设计，包括系统总体设计和部分设计；概念设计和具体工程项目设计等。

3. 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与组织的业绩作出是否符合既定目标或准则的评审与鉴定活动，包括各种评价指标和规程的制订及评价工作的实施。IE 评价是为高层管理者的决策提供科学依据、避免决策失误的重要手段。

4. 创新

创新是对现存各种系统的改进提出崭新的高于创造性和建设性见解的活动。任何一个系统，不论是一种产品，一条生产线，一个企业，还是一个产业部门，都将随着时间推移而耗损、老化、乃至失效衰亡，只有通过创新使其获得新的生命力。所以创新是系统维护和发展的的重要途径。

四、工业工程的基本特点

综合分析 IE 的定义、内容和目标，反映本质的基本特点，可概括为以下几个方面：

1. IE 的核心是降低成本、提高质量和生产率

如《美国大百科全书》所述，“IE 的目的是提高生产率、利润和效率”。因此，可以说 IE 实质上是一门提高生产率的学问。提高生产率是 IE 的出发点和最终目标，是工业工程师的第一使命。

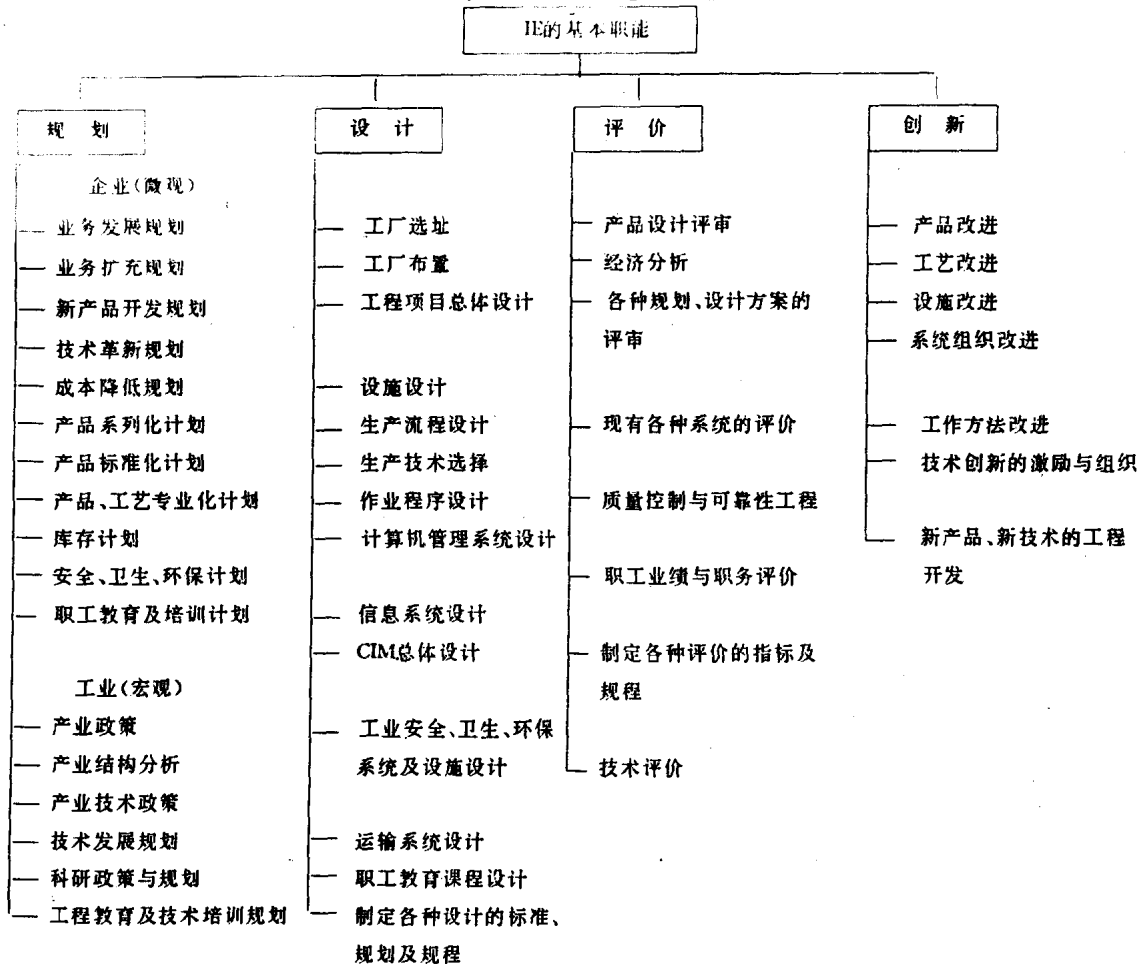
降低成本和提高质量是提高生产率的前提和基础，因为生产不合格产品会造成浪费而使生产率下降。

把降低成本、提高质量和生产率联系起来综合研究，追求生产系统的最佳整体效益，是反映 IE 实质的一个重要特点。

2. IE 是一门综合性的应用知识和技术

IE 是一个包括多种学科知识和技术的庞大体系，它包含自然科学、工程技术、管理科学、社会科学及人文科学在内的各种知识。IE 的本质在于综合地运用知识和技术，而且特别体现在应用的整体性上。即各种知识和技术都是有选择地协调配合使用，而不是孤立地应用。

表 1-1 IE 的基本职能



IE 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。IE 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,而且要提高软件水平,即改善各种管理和控制,使人和其他各种要素(技术、机器、信息等)有机地协调,使硬件部分发挥出最佳效用。所以,简单地讲,IE 实际上就是把技术和管理的有机地结合起来的学科。

3. 注重人的因素是 IE 区别于其它工程学科的显著特点之一

生产系统的各组成要素之中,人是最活跃的和不确定性最大的因素。IE 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它要素之间的关系和相互作用,以人为中心进行设计。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,IE 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它因素,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。

4. IE 的重点是面向微观管理

为了达到减少浪费,降低成本的目的,IE 重点面向微观管理,从工作研究、作业分析、动作和微动作分析到研究制定作业标准,确定劳动定额。从各种现场管理优化到各职能部门之间的

协调和管理改善等都需要 IE 发挥作用。

5. IE 是系统优化技术

IE 所强调的优化是系统整体的优化,不单是某个生产要素或某个局部对象的优化,最终追求的是系统整体效益最佳(少投入、多产出)。所以,IE 从提高系统总生产率这一总目标出发,对各种生产资源和环节作具体的研究、统筹分析、合理的配置;对种种方案作定量化的分析比较,寻求最佳的设计和改善方案,这样才能充分发挥各要素和各系统的功能,使之协调有效地运行。

系统的运行是一个动态过程,具有各种随机因素。社会的前进及市场竞争日趋激烈,对各种产品提出了越来越高的要求,需要进一步提高生产率和质量;而科学技术的高度发展也为 IE 提供了新的知识和技术,去实现这个目标。所以,生产系统的优化不是一次性的,IE 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,永远获得更高的综合效益。

从不同角度来,还可以列举出 IE 的某些其他特点,但是上述几个方面是反映出 IE 实质的基本特点。

五、工业工程的意识

“意识”是人对客观物质世界的反映,是社会实践的产物,同时,又对物质世界有积极的反作用。所谓 IE 意识就是 IE 实践的产物,是对 IE 应用有指导作用的思想方法。工业工程的意识主要包括以下几个方面:

1. 成本和效率意识

IE 追求最佳整体效益(即以提高总生产率为目标),必须树立成本和效率意识。一切工作从大处着眼,从总目标出发;从小处着手,力求节约,杜绝浪费,寻求以成本更低、效率更高的方式方法去完成。

2. 问题和改革意识

工业工程师有一个基本信念,即做任何工作都会找到更好的方法,改善无止境。为了使工作方法更趋合理,就要坚持改善再改善。因此,必须树立问题和改革意识,不断发现问题,考察分析,寻求对策,勇于改革创新。无论一项作业,一条生产线或整个生产系统,都可以运用所谓“5W1H”提问技巧(详见后一章)来进行研究和改进。

3. 工作简化和标准化意识

IE 产生以来,推行工作简化(Simplification)、专门化(Specialization)和标准化(Standardization),即所谓“3S”,对降低成本、提高效率起到重要作用。尽管现代企业面对变化多端的市场需求,经常开发新产品、新工艺、新技术,生产方式以多品种、小批量为主,但是,工作简化和标准化依然是保证高效率和优质生产的基本条件。每一次生产技术改进的成果都以标准化形式确定下来并加以贯彻,是 IE 的重要手法。在不断改善的同时,更新标准,推动生产向更高水平发展。

4. 全局和整体意识

现代 IE 追求系统整体优化,各生产要素和各系统效率的提高,必须从全局和整体需要出发。

5. 以人为中心的意识

人是生产经营活动中最重要的一個要素,其它要素都要通过人的参与才能发挥作用。必须坚持以人为中心来研究生产系统的设计、管理、革新和发展,使每个人都关心和参加改进工作,以提高效率。

IE 涉及知识范围很广,方法很多,而且发展很快,新的方法不断创造出来。因此,对于工业工程师来说,掌握方法与技术(如作业测定、方法研究、物料搬运、经济评估、信息技术等)是必要的,但更重要的是掌握 IE 本质,树立 IE 意识,学会运用 IE 考察、分析和解决问题的思想方法,这样才能以不变(IE 实质)应万变(各种具体事物),从研究对象的实际情况出发,选择适当的方法和技术处理问题。只有这样才能使 IE 的应用取得理想的效果,有效地实现 IE 目标。

第二节 工业工程的起源与发展

一、工业工程的起源

工业工程最早起源于美国,十九世纪末 20 世纪初,美国工业急速发展,工厂由家庭小作坊向社会化大生产转化,劳动力严重不足,劳动效率低下。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指导,工人作业通常很少受到训练,作业方法很少得到改进提高,即使有所改进也完全是由工人各自自发、分散的个人行动,管理人员的工作方法缺乏科学性和系统性,主要是凭经验办事,很少有人注意一个工厂或一个工艺过程的总体协调和改进。因而效率低、浪费大。以泰勒(F·W·Taylor,1856—1915)和吉尔布雷斯(Frank·B·Gilbreth,1868—1924)为代表的一大批工程管理先驱者为改变这种状况、提高工作效率、降低成本进行了卓有成效的工作,开创了科学管理和有效作业方法,为工业工程的产生奠定了基础,开辟了道路。

泰勒是一位工程师、效率专家和发明家,他一生中获得超过 100 多项专利,他是一位勤奋、自学成材的典范,他当过普通工人、技工、工长、总技师、总工程师,并通过上夜校获得史帝芬理工学院机械工程学士学位。他做金属切削试验前后持续了 26 年,切去 80 万磅材料,正式有记录的试验达 3~5 万次,最后制订了切削用量标准,并发现了“高速钢”,对促进生产力的提高产生了巨大作用。是“科学管理”的创始人。他创立了“时间研究”(Time Study),系统地研究了工场作业和衡量方法,改进操作方法,科学地制定劳动定额,并使之标准化,极大地提高了效率,降低了成本。例如 1889 年他对装卸工使用铁铲的效率进行了研究,通过试验和测定发现,每次铲运的重量在 10kg(约 22 磅)左右时,劳动效率最高。因此,他便设计了许多大小不同的铁铲,以适应装卸不同的物料。在此之后,他还进行了搬运生铁块的工效研究,通过试验规定了工人每次的搬运重量,搬运速度,中间休息时间,使作业者大大地发挥了劳动潜力,搬运量由原来平均每人每天 12.5t 增加到 48t,搬运效率提高近 4 倍,而工人并没有感到比原先累。

他提出了一系列科学管理方法,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),这是系统阐述他的研究成果和科学管理思想的代表作,对现代管理发展作出了重大贡献,并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”。

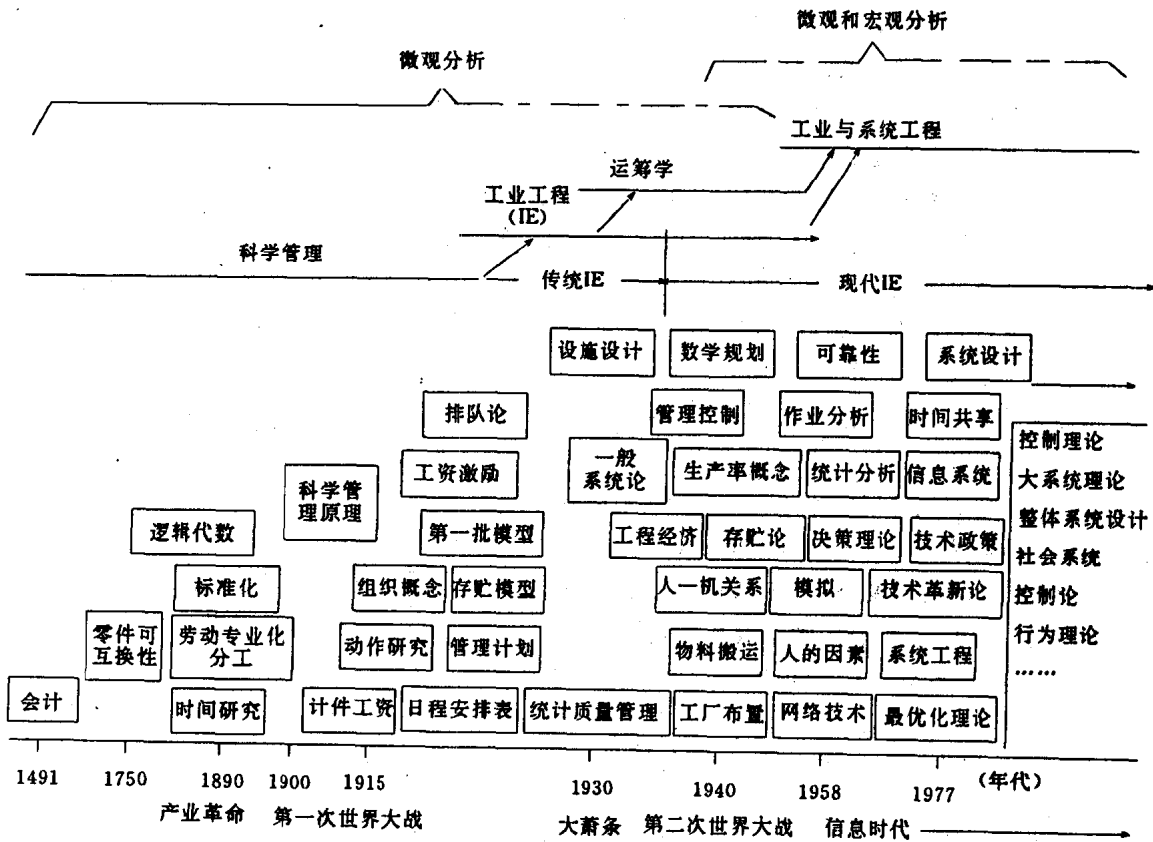
吉尔布雷斯是和泰勒差不多同一时期的另一位工业工程奠基人,他也是一名工程师,其夫人是心理学家,他们的主要贡献是创造了与时间研究密切相关的“动作研究”(Motion Study)。

典型的例子是对建筑工人的砌砖过程进行动作研究,通过给砌砖工人拍摄操作照片,分析出砌砖过程中的无效动作、笨拙动作,并通过改进作业地布置和作业工具,使原先砌一块砖需十八个动作简化到只需五个动作(在简单作业场合只需两个动作)。使砌砖效率由过去的每小时170块提高到350块。吉氏夫妇的动作研究把人的动作划分为17种基本动作要素,认为任何作业的动作都可由这17种动素加以组合,同样,任何一个动作也可依据这17个动素加以分解。他还设计了这17种动作要素的记录符号和代号。这些符号虽然尚未形成国际标准,但一直为各国IE工作者承认和应用。他们还制定了使动作变得容易、迅速而又减少疲劳的“动作经济原则”。1921年他们又创造了生产流程图,为分析和建立良好的作业顺序提供了工具。他们对生产中人的价值、作用及其对工作环境的反应等,即对人—机工程方面的研究也卓有成就。吉氏被称为“动作研究之父”,吉氏夫人丽莲(Lillian·M·Gilbreth,1878—1972年)是第一位女教授,第一位女院士,是美国五届总统的工程顾问,被誉为工程界的第一夫人。

甘特(Henry·L·Gantt)也是工业工程的先驱者之一,他的重大贡献是发明了著名的“甘特图”,这是一种预先计划安排作业活动,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与控制这一工业工程领域。

二、工业工程的发展历程

表 1-2 IE 发展年表



工业工程从形成到发展的演变过程,实际上就是各种用于提高效率、降低成本的知识、原理和方法的产生和应用过程。

工业工程的发展历程可用表 1-2 表示,图中横轴上不同年代有很多重大事件(原理和方法)发生,这年代只表示事件的开始,而不是结束。例如,“时间研究”至今仍是 IE 的基本工具。

由图可知,科学管理年代从 19 世纪初期由蒸汽机开始的机械化生产起,至 20 世纪 30 年代中期,是 IE 的前身,是 IE 的萌芽和摇篮时期。是以劳动专业化分工、时间研究、动作研究、标准化等方法的出现为主要内容。

工业工程年代——从 20 世纪 20 年代后期开始,延展到现在还在延伸的年代。这个年代又分为三个阶段,这三个阶段的发展特点分别是:

1. 传统的 IE(20 年代后期~40 年代中期)

它是泰勒的科学管理原理和吉尔布雷斯的方法研究(或叫动作研究)的继承和发展。如休哈特(W·A·Sbewart)1924 年建立了“统计质量控制”,为 IE 实际应用提供了科学基础。还有进度图、库存模型、人的激励、组织理论、工程经济、工厂布置、物料搬运等方法的产生和应用,使管理有了真正的科学依据。

这一时期 IE 作为一门专业正式出现并不断充实发展,继 1908 年美国宾夕法尼亚州立大学首次开设工业工程课程,设立 IE 专业之后,到 30 年代美国有更多的大学设立了 IE 系和专业。

由于这一时期重视与工程技术相结合,使 IE 本身具有独立的工程性质,使 IE 不同于管理的概念和职能得到确立,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。

2. IE 与运筹学(Operation Research, OR)结合(40 年代中期~70 年代中期)

IE 进入成熟时期。长期以来,IE 一直苦于缺少理论基础,直到二次世界大战以后,计算机和运筹学的出现才改变了这一状况。为解决战争中的军事方案选择问题而研究出的 OR 是一个新领域,主要包括数学规划、优化理论、博弈论、排队论、存储论等理论和方法,可以用来描述、分析和设计多种不同类型的运行系统,寻求最优结果。因此 IE 得到重大发展,OR 成为 IE 的理论基础。

1948 年美国工业工程师学会(American Institute of Industrial Engineers, 简称 AIIE)正式成立(现在已发展成国际性的学术组织)。50 年代是 IE 发展最快的 10 年,它奠定了较完善的科学基础,经过 60 年代和 70 年代,其 IE 知识则更加充实,开始进入现代 IE 的新时期,到 1975 年,美国已有 150 所大学提供 IE 教育。

3. IE 与系统工程(SE)相结合(70 年代中、后期~现在)

从 70 年代开始,系统工程原理和方法用于 IE,使之得到进一步发展和更广泛的应用。这时期出现的主要技术有:系统分析与设计、信息系统、决策理论、控制论等。IE 与 SE 结合后具有以下特征:从系统整体优化的目标出发,强调各要素和系统协调配合和应用各种知识和方法的整体性;应用范围从微观系统扩大到宏观大系统的分析设计,从工业和制造部门扩大到服务业及政府部门等各种行业组织。

三、现代工业工程的新发展

由表 1-2 可以看出,工业工程年代的后两个发展阶段就是现代 IE,这是传统 IE 与 OR 和 SE 结合,使 IE 有了自己的理论基础,形成一个较完备的学术体系。由于工业工程具有鲜明的

实践性和时代特征,随着现代科学技术的进步,现代 IE 又有不少新的发展(见表 1-2 右边部分)。

1. 现代 IE 已扩展到包括研究开发、设计和销售服务在内的广义的生产系统,即整个生产经营系统。如图 1-1 所示,狭义 IE 主要面向生产过程,而广义 IE 已向经营系统扩展,要用 IE 原则和方法对整个生产经营活动进行预测、评价和规划。现在,企业由生产型转变为经营型,由以产品为核心转变为以效益为中心,就必须应用现代 IE 的系统整体优化技术。

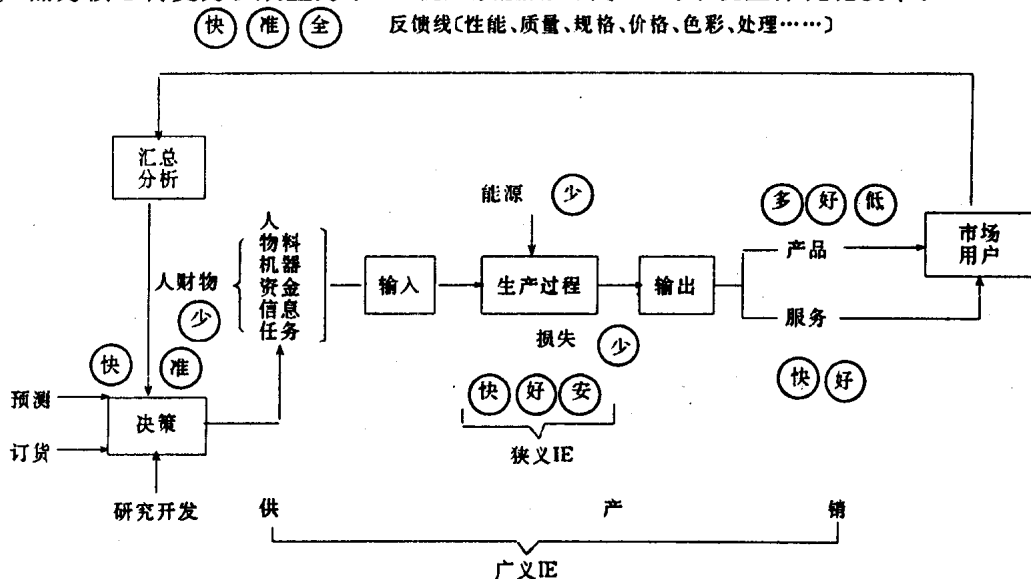


图 1-1 企业生产经营系统

圆圈中文字表示对该环节追求的目标

2. 采用计算机和信息处理技术为支撑条件,强调现代生产系统由作业流、物流和信息流组成,IE 要用系统思想和综合方法实现“三流”的同期化,现代制造技术的 NC、CNC、CAD/CAM、FMS、OA、CIMS 等保证“三流”同期化的实现。信息技术使生产管理的重点从以物为中心转移到以信息为中心。这是一场生产技术的革命,是现代 IE 发挥系统综合功能的重要领域。

3. 现代 IE 研究的另一个重点是采用同步工程(Simultaneous Engineering)或并行工程(Concurrent Engineering),它是一种新的管理思想和方法,即以用户需求为目标,使生产从研究开发到设计、制造(生产)、销售等各阶段协调配合,各类人员早期介入前期活动,同时进行有关工作(如在设计阶段即做生产准备),缩短研制时间,提高效率,降低成本。

4. 注重人的因素,提出了“IE 最终目标是人”,创造了以人的活动为中心的新的概念和方法。

日本强调 IE 的目标就是要调动人的积极性,理解人,尊重人,尊重人的创造力,创造并发展了以人为中心提高生产率的方式方法。

QWL(Quality of Working Life)是一种概念,认为传统的管理模式和方法已经对人的发展产生障碍。表现在两个方面,一方面现代企业批量大、精度高、品种复杂、周期短的制造过程,已不能再靠“压”的管理方式,靠“检查”来控制产品的品质了,因为品质是在加工过程中形成的,必须靠工人自己控制自身的行为,改善自身的活动,品质才能得以根本保证。另一方面是传统的管理方式和方法忽视了人的积极因素,对现代人的创造性活动产生障碍。现代企业中,工