


工业工程概论

主 编 李泽蓉 李 琴
副主编 黄 丽 蒲光华 谢永春 文忠波

 科学出版社

工业工程概论

主 编 李泽蓉 李 琴

副主编 黄 丽 蒲光华
谢永春 文忠波

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书重点讲述了工业工程学科在当代的总体概况,以及学习该学科后在职业生涯规划中所面临的问题,将工业工程及其职业生涯规划进行了有机结合。

全书分为两篇。第一篇为工业工程专业概况,内容包括工业工程概述、工业工程方法论、工业工程的应用、工业工程人才素质要求;第二篇为工业工程职业生涯规划,内容包括认识你自己、认识你未来的职场、规划你自己。

通过本书,读者既可以学习这门专业的简单知识,又可以了解学习本专业后的就业前景,以及如何根据专业发展做好自身的职业生涯规划。

图书在版编目(CIP)数据

工业工程概论/李泽蓉,李琴主编. —北京:科学出版社,2012.7
ISBN 978-7-03-035159-3

I. ①工… II. ①李… ②李… 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(2012)第 162057 号

责任编辑:邓 静 贾瑞娜 / 责任校对:李 影
责任印制:闫 磊 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京九天志诚印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年7月第 一 版 开本:720×1000 B5

2012年7月第一次印刷 印张:7 1/2

字数:155000

定价:33.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

为了适应教材改革和普通高等教育不断发展的需要,满足工业工程专业的人才培养需要,本书编者在分析普通高等院校教学改革成果和总结多年教学经验的基础上,参阅大量相关文献编写了本书,全面、生动地讲授了工业工程与职业规划知识。

本书的特点是将工业工程这门学科与学习该学科后的职业生涯规划结合起来,其中既阐述了工业工程学科的总体概况,又提出了学习该学科后学生可以对自己以后的职业进行全面规划。本书理论讲授深入浅出、通俗易懂,实际应用方便简单、容易上手。全书以工业工程这门学科为主线,对工业工程的概貌、历史、方法应用、人才素质及从事该行业所面临的就业前景和方向进行了重点讲述,使其与实际应用密切结合,以此来体现本书的独有特色。

本书共分为两篇,第一篇为工业工程专业概况,第二篇为工业工程职业生涯规划。本书主要讲述了以下内容:工业工程概述、工业工程方法论、工业工程的应用、工业工程人才素质要求、认识你自己、认识你未来的职场、规划你自己。重点讲述了工业工程学科在当代的总体概况,学习该学科后的职业生涯规划中所面临的问题,将工业工程及其职业生涯规划进行了有机结合。通过本书,读者既可以学习这门专业的简单知识,又可以了解学习本专业后的就业前景,以及如何根据专业发展做好自身的职业生涯规划。

本书由攀枝花学院李泽蓉审稿、统稿。具体编写分工如下:第一章由李泽蓉和李琴编写,第二、三章由李琴编写,第四章由黄丽和谢永春编写,第五、六章由黄丽和蒲光华编写,第七章及附录由文忠波和黄丽编写。攀枝花学院黄富强负责图像处理 and 校对工作。攀枝花学院机电工程学院的全体教师对本书的出版给予了大力支持,在此深表谢意!

在此向本书所借鉴之参考文献的作者们,一并表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中疏漏和不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者
2012年3月

目 录

前言

第一篇 工业工程专业概况

第一章 工业工程概述	2
第一节 工业工程的起源与发展	2
※扩展阅读	4
第二节 工业工程与生产率	9
第三节 工业工程的定义、功能和目标	11
第四节 工业工程的学科特点与内容	14
第二章 工业工程方法论	20
第一节 工业工程的思想与原则	20
第二节 工业工程方法与方法论体系	22
第三节 工业工程基本方法	23
第三章 工业工程的应用	29
第一节 工业工程在美国的应用	29
※扩展阅读	31
第二节 工业工程在日本的应用	35
第三节 工业工程在我国的应用	40
※扩展阅读	44
第四节 工业工程的应用趋势	45
第四章 工业工程人才素质要求	47
第一节 工业工程人才知识要求	47
第二节 工业工程人才能力要求	48
※扩展阅读	48
第三节 工业工程人才意识要求	49
第四节 工业工程师的一天	50

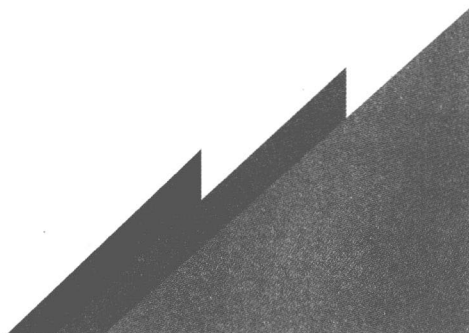
第二篇 工业工程职业生涯规划

第五章 认识你自己	54
第一节 认识你的职业能力	54
※小测验:测测你的职业能力	56
※扩展阅读	61
第二节 认识你的职业兴趣	62
※扩展阅读	66
※小测验:测测你的职业兴趣	68
第三节 认识你的职业性格	75
※扩展阅读	77
※小测验:测测你的职业性格	77
※小测验:“我是谁”小游戏	79
第四节 认识你的职业价值	79
※小测验:测测你的职业价值观	81
第六章 认识你未来的职场	82
第一节 从专业到职业的转变	82
※小测验:说说你的专业	83
※小测验:我心仪的企业	89
第二节 工业工程的就业方向	90
※扩展阅读	92
第三节 三只眼看 IE 就业现状	93
※扩展阅读	94
第七章 规划你自己	97
第一节 学习发展规划	97
第二节 实践与实习规划	98
第三节 就业规划	102
第四节 职业发展路径与生涯规划案例	105
※扩展阅读	110
参考文献	113

第一篇



工业工程专业概况



第一章 工业工程概述

常有人问：“工业工程是什么？工业工程是干什么的？”要用一句话来确切回答这个问题很难，要了解这个问题的答案还得追溯到工业工程的起源与发展。

第一节 工业工程的起源与发展

一、工业工程的起源

工业工程是工业化生产的产物，最早起源于美国。19世纪末20世纪初，美国工业出现前所未有的资本积累和工业技术进步，尤其是制造业急速发展，但管理工业资源的低劣方式严重阻碍了生产效率的提高，工厂的生产方式还未完全走出传统家庭作坊式的生产模式，主要表现为：凭经验作业，作业方法不统一，生产一线的管理人员对工人的指导仅仅停留在口头上，缺乏生产计划与控制，管理人员的工作方法也缺乏科学性和系统性，主要是凭经验和直觉办事，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。正是在这亟须新的管理方法和标准的时代，以泰勒和吉尔布雷斯夫妇为代表的一大批工程管理先驱者出现了。

1. 泰勒的科学管理实验

弗雷德里克·泰勒(Frederick W. Taylor, 1856~1915)是美国著名的效率专家和发明家，“科学管理”的创始人，他一生中获得超过一百多项专利，被尊称为“科学管理之父”。泰勒认为，管理人员不应该是一个执鞭驱策别人的人，而应该提出一套新的管理哲学和方法，他们必须转而采取一种更广阔、更全面的观点，以便把他们的职务看成是计划、组织和控制等因素的具体化。

(1) 搬运铁块的实验

1898~1901年，泰勒在伯利恒钢铁厂工作期间开始了他的实验。这个工厂的原材料是由一组记日工搬运的，工人每天挣1.15美元，这在当时是标准工资，每天每人搬运的铁块重量为12~13吨，对工人的鼓励或惩罚的方式就是找工人谈话或者开除。泰勒观察研究了75名工人，从中挑出了4个，又对这4个人进行了研究，调查了他们的背景习惯和抱负，最后挑了一个叫施密特的人，这个人非常爱财并且很小气。泰勒要求这个人按照新的要求工作，每天给他1.85美元的报酬。通过对这个人的仔细研究，使其转

换各种工作因素,来观察这些因素对生产效率的影响。例如,弯腰搬运与直腰搬运,行走速度,搬运工具的握持位置和其他变量。通过长时间的观察试验,并把劳动时间和休息时间很好地搭配起来,结果发现施密特每天的工作量可以提高到 47 吨,并且不会感到太疲劳。于是泰勒采用了计件工资制,要求工人每天搬运量达到 47 吨后,工资升到 1.85 美元。这样施密特开始工作后,第一天很早就搬完了 47.5 吨,拿到了 1.85 美元的工资。于是其他工人也渐渐按照这种方法来搬运,劳动生产率提高了很多。

泰勒把这项试验的成功归结为四个核心点:①精心挑选工人。②让工人了解到这样做的好处,让他们接受新方法。③对他们进行训练和帮助,使他们获得足够的技能。④按科学的方法工作会节省体力。

泰勒相信,即使是搬运铁块这样的工作也是一门科学,可以用科学的方法来管理。

(2)铁砂和煤炭的挖掘实验

在伯利恒钢铁厂,工人干活是自己带铲子。铲子的大小也就各不相同,而且铲不同的原料时用的都是相同的工具。这引起了泰勒的好奇:什么样的铲子,工人拿了既铲得多,又铲得快?每一铲铲多少效率是最高的?为了探寻这个答案,泰勒从工厂精选了两名工人,为防止相互影响,分别安排在两个工作地进行实验。经过反复实验,泰勒有了重要的发现,即铲重物时用小铲,铲轻物时用大铲,且每铲为 9.5 千克时,装卸效率最高。这一研究结果非常杰出,堆料场的工人从 400~600 人减少为 140 人,工人每天的操作量从 12 吨提高到 47 吨,每个工人的日工资从 1.15 美元提高到 1.88 美元。通过这一改进,搬运效率提高近 4 倍,工厂的搬运费用每年节省 78000 美元,而工人的收入也提高了 60%,劳资双方都愉快多了。

(3)金属切削实验

在米德韦尔公司时,为了解决工人的怠工问题,泰勒进行了金属切削试验。他自己具备一些金属切削的作业知识,于是他对车床的效率问题进行了研究,开始了预期 6 个月的试验。在用车床、钻床、刨床等工作时,要决定用什么样的刀具、多大的速度等来获得最佳的加工效率。这项试验非常复杂和困难,原来预定为 6 个月实际却用了 26 个月,花费了巨额资金,耗费了 80 多万吨钢材,总共耗费约 15 万美元。最后在巴斯和怀特等十几名专家的帮助下,取得了重大的进展。这项试验还获得了一个重要的副产品——高速钢的发明,并取得了专利。

泰勒的这三个试验可以说都取得了很大的成功。正是这些科学试验为他的科学管理思想奠定了坚实的基础,使管理成了一门真正的科学。1911 年,泰勒公开发表《科学管理原理》,对现代管理发展作出了重大贡献。《科学管理原理》的发表被公认为是工业工程的开端。因此,泰勒在美国的管理史上被称作“科学管理之父”,也被称作“工业工程之父”。

2. 吉尔布雷斯科学管理实验

吉尔布雷斯是和泰勒同一时期的另一位工业工程师奠基人,主要贡献是创立了与时间研究密切相关的“动作研究”。动作研究是研究和制定正确合理的动作、节约工时、

提高工效、改善工时利用的有效方法,目的是以最少体力消耗来取得最大成果,也就是在实际工作中尽量增加有价值的动作,缩短或取消徒劳的动作,提高劳动生产率。吉尔布雷斯被称作“动作研究之父”,他是第一个把工业工程从一种实验和经验的办法,变成一种比较科学的办法,他和泰勒的工作对工业工程的诞生起了非常决定性的作用。

吉尔布雷斯最著名的科学管理实验是砌砖实验。

弗兰克·吉尔布雷斯对砌砖动作的研究,始于早年对建筑工人砌砖的研究。1885年17岁的吉尔布雷斯通过了麻省理工学院的入学考试,却因家庭困难没有入学,而是进入建筑行业,并以一个砌砖学徒工的身份开始了职业生涯。在工作中,吉尔布雷斯发现工人们砌砖的动作各不相同,速度也有快有慢。由此,他对砌砖动作和速度的关系产生了兴趣。观察发现,砌砖工的动作:①左手俯身拾砖,同时翻转砖块,选择其最佳一面,用于堆砌时放置外向;②右手铲泥灰,敷于堆砌处;③左手置砖块后,右手再以铲泥灰工具敲击数下,固定住。吉尔布雷斯通过动作分解,改进了工作方法:①先令价廉工人,挑选出砖最佳一面,按一定方向放于框内,每框装90块;②设计一种可调节支架将木框悬挂于工人身体左方,当左手取砖时,右手同时取泥灰;③改善泥灰浓度,使砖放于其上时,无须敲击。采用改进后的新方法后,工人每砌一砖动作数从18次减少到5次,工作效率从每小时砌120块砖增加至350块砖,效率提高至原来的近3倍。

3. 甘特的“甘特图”

甘特(Henry Laurence Gantt, 1861-1919),也是工业工程先驱者之一。他的重大贡献是发明了著名的“甘特图”(Gantt Chart),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用于生产计划与控制这一工业工程主要领域。

从20世纪初叶到第二次世界大战前,还有一大批技术及管理专家对工业工程的创立与初步完善和管理科学的发展作出了贡献。如福特(H. Ford)在其创办的底特律汽车公司发明了移动式大规模装配生产线(1913年);法约尔(H. Fayol)提出了工业经营的6项职能、管理的5种职能和14条管理原则(1916年);哈里斯(F. W. Harris)研究应用经济批量控制库存量的理论(1917年)等。在此时期,从事动作研究、时间研究等各种直接提高劳动生产率的工作主要是由懂得工程技术的人去做,并逐步造就了一批将工程技术与管理相结合的工业工程师。

扩展阅读

泰勒生平

- 一个在死后被尊称为“科学管理之父”的人;
- 一个影响了流水线生产方式产生的人;
- 一个被社会主义伟大导师列宁推崇备至的人;

- 一个影响了人类工业化进程的人。
- 一个由于视力被迫辍学的人；
- 一个被工人称为野兽般残忍的人；
- 一个与工会水火不容，被迫在国会上作证的人；
- 一个被现代管理学者不断批判的人。

这个人就是弗雷德里克·温斯洛·泰勒(Frederick Winslow Taylor, 1856~1915)，管理思想发展史中最重要，同时也是最富有争议的人。

1856年3月20日泰勒出生于美国费城一个富有的律师家庭，中学毕业后考上哈佛大学法律系，但由于他十分刻苦，视力和听力受到了损害，所以，最后不得不因眼疾而辍学。离开哈佛大学后，他进入费城恩特普赖斯水压工厂的金工车间当模型工及机工学徒，1875年他进入一家小机械厂当徒工，1878年转入费城米德瓦尔钢铁厂当机械工人，他在该厂一直干到1897年。在此期间，由于努力工作，表现突出，很快先后被提升为车间管理员、小组长、工长、技师、制图主任和总工程师，并在业余学习的基础上获得了机械工程学士学位。泰勒的这些经历，使他有充分的机会去直接了解工人的种种问题和态度，并看到提高管理水平的极大的可能性。

泰勒一生大部分的时间所关注的，就是如何提高生产效率。这不但要降低成本和增加利润，而且要通过提高劳动生产率增加工人的工资。泰勒对工人在工作中的“磨洋工”问题深有感触。他认为“磨洋工”的主要原因在于工人担心工作干多了，可能会使自己失业，因而他们宁愿少生产而不愿意多干。泰勒认为，生产率是劳资双方都忽视的问题，部分原因是管理人员和工人都不了解什么是“一天合理的工作量”和“一天合理的报酬”。此外，泰勒认为管理人员和工人都过分关心如何在工资和利润之间的分配，对如何提高生产效率而使劳资双方都能获得更多报酬则几乎无知。概而言之，泰勒把生产率看作取得较高工资和较高利润的保证。他相信，应用科学方法来代替惯例和经验，可以不必多费人们更多的精力和努力，就能取得较高的生产率。

吉尔布雷斯生平

弗兰克·吉尔布雷斯，1868年出生在美国缅因州费尔菲尔德。吉尔布雷斯在安得福学院和波士顿学院学习时，成绩优异。1885年他通过了麻省理工学院的入学考试，却因家庭困难没有入学，而是进入建筑行业，并以一个砌砖学徒工的身份开始了职业生涯。这样，年仅17岁的他就开始在一个建筑承包公司里做学徒工。在以后的10年时间里，吉尔布雷斯刻苦钻研，努力工作，终于设计出一种新的脚手架，发明了建造防水地窖的新方法，不仅如此，他在混凝土建造方面也有

许多革新。因为在技术上的杰出成就,他成为公司的总监。

1912年,在泰勒与甘特的影响下,吉尔布雷斯放弃了收入颇丰的建筑业务,改行从事“管理工程”的研究,他在体力劳动的操作方法上很有造诣。他的妻子莉莲对他的研究作出了很大的贡献。1912~1917年的5年时间内,他把美国普罗维登斯市的新英格兰巴特公司作为自己的试验基地。由于他的出色的研究成果,很快他就赢得了管理专家的荣誉。1924年6月14日,由于心脏病,正在准备参加布拉格国际管理大会的吉尔布雷斯突然去世,当时他才56岁。

二、工业工程的发展历程

工业工程形成和发展的演变过程,实质上是一个追求成本更低、效率更高的过程,工业工程技术随着社会和科学技术的发展不断地充实新的内容。从科学管理开始,工业工程的发展经历了科学管理、工业工程、运筹学、工业工程与系统工程四个相互交叉的时期。

1. 科学管理时代(20世纪初至20世纪30年代中期)

这是工业工程(Industrial Engineering, IE)萌芽和奠基的时期,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主要内容。1908年,美国宾夕法尼亚州立大学根据泰勒的建议,首次开设工业工程课程,工业工程以一门课程首次进入了大学的课堂,成为一门可以被教授的学问,后来这门学问又发展成为一个独立的系,开创了工业工程教育的先河。1933年,美国康奈尔大学授予从事动作研究的学者巴恩斯(R. M. Barnes)第一个工业工程博士学位。这个时期是在制造业(尤其是机械制造企业)中,采用以动作研究和时间研究为主要内容的科学管理方法,提高工人作业效率。并且,这主要是针对操作者和作业现场较小范围,建立在经验基础上的研究。1917年,美国成立了工业工程师协会(Society of Industrial Engineers),这是最早的独立IE组织,从此工业工程在社会上引起重视,1936年它与“泰勒协会”合并为“管理促进协会”。

2. 工业工程时代(20世纪20年代后期至现在)

这个年代又分为三个阶段,这三个阶段的发展特点分别如下所述。

(1)传统的IE(20世纪20年代后期至40年代中期)

传统IE是泰勒的科学管理原理和吉尔布雷斯的方法研究(或称动作研究)的继承和发展。如休哈特(W. A. Sbewhart)博士1924年建立了“统计质量控制”,为IE实际应用提供了科学基础,是一项重要的发展。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,不再只是凭经验的一种技术。

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,并设立 IE 专业之后,到 20 世纪 30 年代,美国有更多的大学设立了 IE 系或专业。

由于这一时期重视与工程技术相结合,使 IE 本身具有独立的专业工程性质,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,工厂出现了专门从事 IE 的职业。

(2)IE 与运筹学(Operation Research,OR)结合(20 世纪 40 年代中期至 70 年代中期)

这是 IE 进入成熟的时期。长期以来,IE 一直苦于缺少理论基础,直到第二次世界大战以后,计算机和运筹学的出现才改变这一状况。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、存贮论等理论和方法,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。它用于产品和市场决策,可实现降低成本、提高效率的目标。同时,计算机为处理数据和对大系统进行数学模拟提供了有力的手段。因此,IE 取得重大发展,OR 成为 IE 的理论基础。

1948 年美国工业工程学会(American Institute of Industrial Engineers,AIIE)正式成立(现在已发展成国际性学术组织),并于 1955 年制定出 IE 的正式定义。20 世纪 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 20 世纪 60 年代和 70 年代,其知识基础则更加充实,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(System Engineering,SE)时期(20 世纪 70 年代以后)

从 20 世纪 70 年代开始,系统工程原理和方法用于 IE,使它具备更加完善的科学基础与分析方法,从而得到进一步发展和更加广泛的应用。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、控制理论等。IE 与 SE 结合后具有以下特征:从系统整体优化的目标出发,研究各生产要素和子系统的协调配合,强调综合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。

总之,工业工程正是由于不断吸收现代科技成就,尤其是计算机科学和 OR、SE 及相关的学科知识,有了理论基础和科学手段,才得以从经验为主发展到以定量分析为主;以研究生产的局部或小系统的改善到研究大系统整体优化和生产率提高,成为一门独立的学科。它不但在美国得到广泛的发展和运用,而且很快向世界其他许多工业化国家传播,如英国、德国、法国、日本、苏联、澳大利亚和其他一些国家和地区,从 20 世纪 50 年代前后相继开始采用 IE。20 世纪 70 年代中,一些发展中国家,如墨西哥、秘鲁、哥伦比亚等,随着工业化发展,也都开始采用 IE,在大学设置正规 IE 专业。在亚洲,新加坡、韩国和我国的香港和台湾地区,都较早建立 IE 教育,并完全采用美国的 IE 体制。印度也于 1975 年前后开始设立 IE 教育与应用体制。

三、现代工业工程的发展趋势

工业工程的发展具有鲜明的时代特征。现代 IE 就是在现代科学技术和生产力条件下研究生产(工作)系统提高生产力和竞争力的学科。由于现代科学技术和生产力高度发展,尤其是高新技术的出现和应用,今天的生产经营环境和条件与过去相比,发生了很大的变化,主要表现在:①市场需求多样化、变化快,产品生产周期大大缩短,竞争激烈,要求不断开发新产品。②系统、成套产品的服务和市场不断扩大,用户越来越多地需要优质、可靠、系统的服务。③严格保证交货期,提供周到、及时的售后服务。④现代制造技术(如 NC,CNC,CAD/CAM,GT、机器人,FMC、FMS、CAPP、MRP,MRPII、JIT、CIM 等)、组合技术(如机电一体化、光-机-电技术)迅速发展,为高速、高效、高精度和优质生产提供了条件。⑤信息技术的发展为生产经营决策科学化和增强应变能力提供了手段等。

为了适应这些变化和要求,现代 IE 吸收了越来越多的新学科和高新技术,如信息科学和自动化技术、模拟技术和优化理论等。

现代工业工程的发展具有如下几个显著特征。

1. 研究对象和应用范围扩大到系统整体

IE 发展史表明,在泰勒时代,主要研究各个作业和改进现场管理;传统 IE 主要研究生产过程,仍属于微观范畴;而现代 IE 则扩展到包括研究开发、设计和销售服务在内的广义生产系统,并进而延伸到整个经营管理系统,已成为研究微观和宏观系统,追求系统整体优化和综合效益的工具。

2. 采用计算机和管理信息系统(MIS)为支撑条件

如前所述,产品生命周期缩短,市场竞争激烈,现代生产必须适应瞬息万变的市场需求。所以,现代 IE 以能够高速处理数据的计算机为手段,在生产系统设计中建立完善的信息网络,因而能够做到信息传递迅速,反馈及时。这是在现代生产环境和市场条件下,提高生产率必不可少的条件和手段。因此,有的学者指出:“在泰勒时代,我们把产品生产看作原材料的一系列物理转换;而现在我们则进入了这样一个时代,产品生产是由一系列信息变换完成的。”

3. 重点转向集成(或综合)制造(Integrated Manufacturing, IM)

随着计算科学和自动化技术(含机器人)等高新技术迅速发展,传统的生产系统结构正经历着根本性的变革,出现了单元制造(即能完成一组加工任务的制造单元)、计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)、柔性制造单元和系统(FMC、FMS)、自动库存和取货系统(AS/RS)以及整个生产过程的计算机集成制造(CIM)等。研究在这种新的环境中如何处理资源(主要是人、物料、设备、信息)协调、控制的一系列问题,因而产生了像制造资源计划(MRPII)和准时制(JIT)那样的新的管理技术。现在处于 IE 前沿的就是这些新技术的应用。一些工业发达国家竞相推行 IE 新技术,获得很大成功,从而把 IE

这门提高生产率的技术推进到一个新的水平和深度。

4. 突出研究生产率和质量

提高生产率和质量永远是工业工程追求的目标,随着生产技术、组织和环境发生变化,现代 IE 针对现代制造技术和新的生产组织和环境,把提高生产率、保证质量放在突出位置,研究生产率理论、测定方法及相关的问题。例如,现代制造系统的质量与可靠性保证;生产率与柔性制造;在物料需求计划(MRP)和准时制(JIT)生产环境中的生产率问题等。目的是如何更好地应用先进生产技术,发展现代制造系统,不断提高生产率和质量。

5. 探索有关新理论,发展新方法

为适应上述发展变化的要求,现代 IE 必须研究生产要素之间的新规律,为创造新的 IE 技术寻求理论依据。其中最重要的是人和其他管理资源之间的关系,要解决在高效率设施条件下,人的适应性和提高生产率的问题。例如,其中一个重要课题是研究在复杂的计算机控制的多机器环境中人的心理和生理因素,需要测定各种数据,寻求相应的人-机关系原理,为设计高度自动化的系统提供依据。所以,工效学(Ergonomics)的研究正在深入发展。据预测,工业工程的下一个主要发展领域可能是生物学和生命科学的应用。

在生产技术方面,除上述集成制造外,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。

总之,由于 IE 的跨学科性质和应用的广泛性,随着现代科学和技术的高度进展,社会生产日新月异,现代 IE 在多方面取得巨大发展,并且这种趋势将继续下去。

第二节 工业工程与生产率

谈到工业工程,就会想到这是一门提高生产率的学问。那么,工业工程与生产率到底是什么关系呢?

生产就是制造产品(有形物的生产),广义的生产还包括提供服务(即无形生产,诸如运输、销售、邮电、通讯等)。

无论哪种生产,都是把自然和社会资源(即生产要素,包括原材料、劳动力、机器、工具、生产技术和信息等)转变成经济财富(产品和服务),从而增加附加价值的过程。换句话说,生产就是一种转换,它是一个通过生产过程将生产要素转化为产品或服务的系统。如图 1-1 所示。

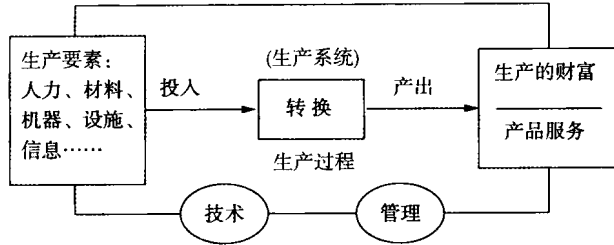


图 1-1 投入产出系统

经济学上,用生产率(Productivity)来衡量生产系统的这种转换功能,表示生产要素的使用效率(生产率=产出/投入)。如果能用较少的资源投入得到更多的产出,则生产率提高了,也就是具有更高的经济效益,可获得更大的利润。在过去 120 多年中,工业化国家制造业的生产率提高了 45 倍多。在美国,每个工人每年平均工作时间从 3000 多小时降低到 1800 小时左右。生产率的大爆炸同时引起了教育事业 10 倍的拓展和保健事业的大发展。生产率已经成为国家的财富。

某厂商与其竞争者相比,如果能用较少的原材料、工人、机器设备或其他生产资源生产出同样的或质量更好的产品,那么无疑该厂商将享有竞争优势,能够赚取超额利润,赢得长期发展与成功。正是由于这一原因,用较少的投入生产较多的产出经常是企业战略的关键成功因素。任何企业,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。因此,生产率成为生产活动中最为人们关心的一个指标。

显然,生产率的提高主要取决于生产过程中如何充分有效地发挥生产要素的作用。人们为提高生产率所做的努力集中表现为改进生产技术和两个管理两个方面,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。正如人们常说,技术和管理是生产和经济发展所依靠的两个轮子。实践证明,在工业化生产中,技术和管理只有很好地结合起来才能获得理想的效果。

工业工程就是 20 世纪初产生的一门技术和管理相结合的工程学科,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,就是把技术和管理有机地结合起来,去研究如何使生产要素组成生产力更高和更有效运行的系统,是以实现提高生产率为目标的工程学科。它既是一门实践性、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。

生产率是衡量工业工程应用效果的基本指标,是工业工程师必须掌握的一个重要尺度。

第三节 工业工程的定义、功能和目标

工业工程究竟是什么？为什么要学习工业工程？它具有哪些功能？要达到一个什么样的目标？

一、工业工程的定义

工业工程的发展迄今已有一个多世纪。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的过程中，不同时期、不同国家、不同学者下过许多定义。尽管有许多不同的表达方式，但其本质是一样的。在各种 IE 定义中，最具权威性和今天被广泛采用的是美国工业工程师学会(AIIE)于 1955 年提出，后又经过修订的定义，即：“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)用来作为标准术语，收入美国国家标准 Z94，即《工业工程术语》标准(Industrial Engineering Terminology, ANSI Z94, 1982)。

日本 IE 协会(JIIE)成立于 1959 年。当时对 IE 的定义是在美国 AIIE 的定义的基础上略加修改而制定的。其定义为：“IE 是对人、材料、设备所集成的系统进行设计、改善和实施。为了对系统的成果进行确定、预测和评价，在利用数学、自然科学、社会科学中的专门知识和技术的同时，还采用工程上的分析和设计的原理和方法。”

由于 IE 长期(特别是战后)在日本应用所取得的成果和广泛的应用，IE 不论在理论上和方法上都取得了很大的发展，JIIE 深感过去的定义已不适于现代的要求，故对 IE 重新定义。其定义为：“IE 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。”此定义不仅清楚地说明了 IE 的性质、目的和方法，而且还特别对人的关怀也写入定义中，体现了“以人为本”的思想。这也正是 IE 与其他工程学科的不同之处。

对于 IE 的定义，有人甚至简化成一句话：“IE 是质量和生产率的技术和人文状态。”或者可以这样说：“IE 是用软科学的方法获得最高的效率和效益。”

工业工程的定义是随着时间的推移和科学技术与生产力的发展而变化的，但其本质内容是一致的，各种定义都旨在表明以下 6 个方面。

1. IE 的学科性质

IE 是一门技术和管理相结合的交叉学科。