



附：基础工业工程自学考试大纲

基础工业工程

组编 / 全国高等教育自学考试指导委员会
主编 / 张树武 孙义敏 皇甫刚

全国高等教育自学考试指定教材

工业工程专业 (独立本科段)

机械工业出版社



全国高等教育自学考试指定教材 《基础工业工程》适用的专业

- 管理工程专业（独立本科段）
- 工业工程专业（独立本科段）
- 工业工程专业（本科）

封面设计/曹铀

ISBN 7-111-08238-9



9 787111 082385 >

ISBN 7-111-08238-9/F · 1017 定价：28.00元

全国高等教育自学考试指定教材

工业工程专业(独立本科段)

基础工业工程

(附：基础工业工程自学考试大纲)

全国高等教育考试指导委员会 组编

张树武 孙义敏 皇甫刚 主编

机械工业出版社

工业工程是把技术和管理有机地结合起来, 去实现提高生产率目标的工程技术。本书共分十四章, 内容包括: 工业工程及其发展, 工业工程的应用, 生产率测定与管理, 工作研究, 方法研究, 作业测定, 标准化与工作研究, 人机工程, 人机系统设计, 作业能力和作业环境, 组织设计与工作岗位分析, 人力资源规划和员工招聘, 员工绩效考核和员工培训, 激励和薪酬设计及管理。

本书是高等教育自学考试机电一体化工程专业、工业工程专业(独立本科段)的自学考试教材, 也可供在职工程技术人员和大专院校有关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础工业工程 / 张树武, 孙义敏, 皇甫刚主编. —北京: 机械工业出版社, 2000.9
全国高等教育自学考试指定教材

ISBN 7-111-08238-9

I. 基 ... II. ①张 ... ②孙... ③皇甫... III. 工业工程—高等教育—自学考试—教材 IV. F402

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 69222 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 商红云 王世刚
涿州市星河印刷厂印刷

2000 年 10 月第 1 版

2000 年 10 月第 1 次印刷

787mm×1092mm/16·21.25 印张·521 千字

0 001—10 100 册

定价: 28.00 元

本书如有质量问题, 请与当地教材供应部门联系

组 编 前 言

当您开始阅读本书时，人类已经迈入了 21 世纪。

这是一个变幻难测的世纪，这是一个催人奋进的时代。科学技术飞速发展，知识更替日新月异。希望、困惑、机遇、挑战，随时随地都有可能出现在每一个社会成员的生活之中。抓住机遇，寻求发展，迎接挑战，适应变化的制胜法宝就是学习——依靠自己学习、终生学习。

作为我国高等教育组成部分的自学考试，其职责就是在高等教育这个水平上倡导自学、鼓励自学、帮助自学，推动自学为每一个自学者铺就成才之路。组织编写供读者学习的教材就是履行这个职责的重要环节。毫无疑问，这种教材应当适合自学，应当有利于学习者掌握、了解新知识、新信息，有利于学习者增强创新意识、培养实践能力、形成自学能力，也有利于学习者学以致用、解决实际工作中所遇到的问题。具有如此特点的书，我们虽然沿用了“教材”这个概念，但它与那种仅供教师讲、学生听，教师不讲、学生不懂，以“教”为中心的教科书相比，已经在内容安排、形式体例、行文风格等方面都大不相同了。希望读者对此有所了解，以便从一开始就树立起依靠自己学习的坚定信念，不断探索适合自己的学习方法，充分利用已有的知识基础和实际工作经验，最大限度地发挥自己的潜能，达到学习的目标。

欢迎读者提出意见和建议。

祝每一位读者自学成功。

全国高等教育自学考试指导委员会
1999 年

目 录

组编前言

第一章 工业工程及其发展	1	第二节 秒表测时法及标准时间的制定	96
第一节 工业工程的发展简史	1	第三节 工作抽样	103
第二节 工业工程定义、目标和功能	7	第四节 预定时间标准	114
第三节 工业工程学科的范畴与性质	9	第五节 标准资料法	119
第四节 工业工程的特点和意识	11	第六节 熟练曲线	126
复习思考题	15	复习思考题	129
第二章 工业工程的应用	16	第七章 标准化与工作研究	130
第一节 工业工程的常用技术	16	第一节 标准及标准化原理	130
第二节 工业工程技术人员	19	第二节 劳动定额标准化	137
第三节 企业中的工业工程活动	21	第三节 企业标准化与作业标准	141
第四节 工业工程应用举例	25	复习思考题	149
第五节 我国工业工程发展概况	26	第八章 人机工程	150
复习思考题	29	第一节 人机工程概述	150
第三章 生产率测定与管理	30	第二节 人体测量	154
第一节 生产率和提高生产率的意义	30	第三节 人的感觉和反应	160
第二节 生产率管理	33	复习思考题	168
第三节 生产率测定	34	第九章 人机系统设计	169
第四节 影响生产率的因素	41	第一节 人机系统设计的基础	169
第五节 提高企业生产率的途径	43	第二节 作业空间设计	174
复习思考题	46	第三节 显示装置设计	180
第四章 工作研究	47	第四节 控制器设计	190
第一节 工作研究的意义及作用	47	复习思考题	196
第二节 工作研究的主要步骤	59	第十章 作业能力和作业环境	197
复习思考题	63	第一节 劳动能量代谢和劳动强度	197
第五章 方法研究	64	第二节 作业能力	206
第一节 方法研究及其主要分析技术	64	第三节 作业疲劳	209
第二节 程序分析	69	第四节 作业环境	216
第三节 操作分析	80	复习思考题	222
第四节 动作分析	85	第十一章 组织设计与工作岗位分析 ..	224
复习思考题	90	第一节 组织设计	225
第六章 作业测定	91	第二节 工作岗位分析	231
第一节 作业测定的意义及作用, 工时分类 及标准时间	91	第三节 岗位工作设计	245
		复习思考题	249

第十二章 人力资源规划和员工招聘 ...	250
第一节 人力资源规划	250
第二节 员工招聘	258
复习思考题	269
第十三章 员工绩效考核和员工培训 ...	270
第一节 员工绩效考核	270
第二节 员工培训	279
复习思考题	286

第十四章 激励和薪酬设计及管理	287
第一节 激励原理及其应用	287
第二节 薪酬设计及管理	295
复习思考题	300
参考文献	301
《基础工业工程》自学考试大纲	303
后记	332

第一章 工业工程及其发展

第一节 工业工程的发展简史

一、生产的系统概念

现代工业社会中，生产是人类最基本、最重要的一项活动。

一般认为，生产就是制造产品（即有形物的生产）。但是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、通信等等）。人们只有通过各种类型的生产创造物质和经济财富，才能满足人类生存和发展的日益增长的需要，推动社会前进。

从本质上讲，无论哪种生产都是把自然资源和社会资源（即生产要素，包括作为生产对象的材料、作为生产手段的机器和设施、为生产活动提供劳力的人员以及生产技术、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，生产就是一种转换功能，是一个将生产要素经过投入、转换（加工与服务活动），而得到产出物的系统过程。所以，可以把它简化为一个投入—产出系统，如图 1-1 所示。

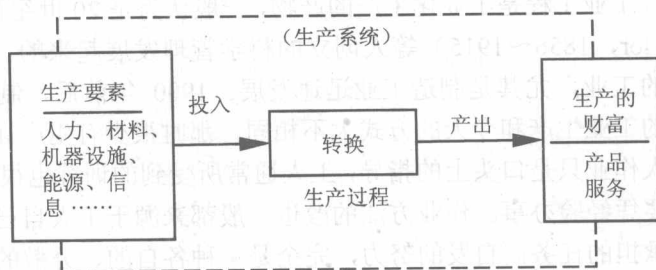


图 1-1 生产的系统涵义

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，其涵义详见本书第三章生产率测定与管理）。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。因此，生产率成为生产活动中最为人们关心的一个指标。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。

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，提高效率。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管理的两个方面，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。正如人们常说的，技术和管理的结合是生产和经济发展所依靠的两个轮子。实践证明，在现代工业化生产中，技术和管理的结合只有很好地结合起来才能获得理想的效果。

工业工程（Industrial Engineering，简称 IE）就是在人们致力于改善生产系统、提高工作效率和生产率、降低成本的实践中产生的一门学问，就是把技术和管理的有机地结合起来，研究如

何把生产要素组成生产力水平更高和运行更有效的系统，去实现提高生产率与标的工程技术。

科学发展与技术进步导致新的生产技术和科学管理原理及方法不断出现，为工业工程的发展和应用创造了条件。工业工程的应用极大地推动了生产发展和经济增长，实现工业化早和经济发达的国家人均国民生产总值已经高达数千乃至一万美元以上，而许多发展中国家的人均产值还不足数百美元。这种差别除了历史和物质技术基础等方面的原因外，工业发达国家重视发展和广泛应用工业工程这门提高生产率的技术，也是一个重要的成功因素。

所以，学习和应用工业工程，不仅直接有利于企业自身提高效益和利润，在激烈的市场竞争环境中求得生存和发展，而且也关系到加快国家经济发展，增强实力，缩小与世界先进水平差距的问题。

二、工业工程的起源

人类在从事生产活动的过程中，运用数学、物理学、化学、生物学等基础科学原理，结合在生产实践中所积累的经验而发展的、用于改造自然为人类服务的各种专门知识称为工程学，如土木工程、机械工程、化学工程、生物工程等。

各种工程学科都是从实践中总结经验而发展起来的，最初阶段都是从解决某些具体问题开始，实际工作者从自己或前人的成功经验中找到解决某个问题的方法，然后加以归纳提炼升华，逐步形成理论。随着研究工作的深入，人们对客观规律认识也逐步深入，科学理论就逐步形成专门学科。工业工程也不例外，也是从实践中总结经验开始的。

工业工程是工业化生产的产物，一般认为是 20 世纪初起源于美国，并且是从泰勒 (F. W. Taylor, 1856~1915) 等人创立的科学管理发展起来的。南北战争 (1861~1865) 以后，美国的工业，尤其是制造工业迅速发展。1900 年前后，制造业的产值已超过农业。但是，当时的工业生产和今天的方式大不相同，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，工人通常所受到的训练也很差，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都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的努力，完全是一种各自的、分散的个人行动，几乎没有人注意一个工厂或一种工艺过程的改进和总体协调，因而效率低、浪费大。以泰勒为代表的一大批科学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，为工业工程的产生奠定了基础，开辟了道路。

泰勒是一位工程师和效率专家，是“科学管理”的创始人。并且，他也是一位发明家，一生中获得超过一百多项专利。1874 年他考取哈佛大学法学院，由于视力不好，而被迫失学，而后进费城水泵制造公司当模型工学徒。1878 年他到米德维尔 (Midvale) 钢铁公司工作，当过普通工人、技工、工长、总技师以及总工程师。在这期间，他还上夜校攻读，并于 1883 年获得史蒂芬工学院机械工程学位。这一经历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，大大影响了生产效率。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。他还致力于研究，系统地研究了工场作业和衡量方法，创立了“时间研究” (Time Study)。通过改进操作方法，科学地制定劳动定额，采用标准化，极大地提高了效率、降低了成本。例如，1898~1901 年他在伯利恒 (Bethlehem) 钢铁公司工作期间，他研究了铲煤和矿砂的工作。通过试验和测定发现，每铲 21 磅时，装卸效率最高。泰勒采用科学方法对工人进行训练，结果使搬运量由原来每人每天 12.5t 增加到 48t，搬运效率提高近 4 倍。

经过这样改进，减少了所需的搬运工人数，使搬运费用由每吨 8 美分降低到 4 美分。

他提出了一系列科学管理原理和方法，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）。最后这本书是系统阐述他的研究成果和科学管理思想的代表作，对现代管理发展做出了重大贡献，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”，同时也被称作“工业工程之父”。

吉尔布雷斯（Frank B. Gilbreth, 1868~1924）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。吉尔布雷斯夫妇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），就是对人在从事生产作业过程中的动作进行分解，确定基本的动作要素（称为“动素”），然后进行科学分析，建立起省工、省时、效率最高和最满意的操作顺序。例如，当时按他们的方法培训的砌砖工人平均作业效率由每小时 120 块提高到 350 块。1912 年吉尔布雷斯进一步改进动作研究方法，他们把工人操作时的动作拍成影片，创造了影片分析法，对动作进行更细微的研究。1921 年他们又创造了工序图，为分析和建立良好的作业顺序提供了工具。他们在技能研究、疲劳研究和时间研究等方面也取得卓越的成就，尤其重视研究生产中人的价值、作用及其对工作环境的反应等，对工业工程发展做出了重要贡献。

甘特（Henry L. Gantt, 1861~1919）也是工业工程先驱者之一，他的突出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便捷的工具，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的主要领域。

还有许多科学家和工程师对科学管理和早期工业工程的发展做出过贡献，如 1776 年英国经济学家亚当·史密斯（Adam Smith）在其《原富》一书中提出劳动分工的概念；李嘉图（Richardo）的《政治经济学及赋税原理》（1817 年）；穆勒（Stuart Mill）的《政治经济学原理》（1848 年）等著作和思想，应该说都对工业工程先驱者产生过影响，这里就不一一列举了。

三、工业工程的发展历程

工业工程形成和发展的演变过程，实际上就是各种用于提高效率、降低成本的知识、原理和方法产生与应用的历史。

工业工程的发展历程可用图 1-2 所示的 IE 发展年表概括说明。该图的横坐标表示在 IE 发展历程中，一些重大事件（IE 原理和方法）产生的时间，在大多数情况下，只表明事件出现的始端，而不是结束的年代。例如，“时间研究”至今仍是 IE 的基本工具。

从科学管理开始，IE 发展经历了如图上方标明的四个相互交叉的时期，它们突出表明不同时期 IE 的重大发展及特点。

（1）科学管理时期（20 世纪初~30 年代中期）。这是 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，成为第一所设立 IE 专业的大学。这时期的 IE 是在制造业（尤其是机械制造企业）中应用，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，主要是针对操作者和作业现场等较小范围，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，1936 年它与“泰勒协会”合并为“管理促进协会”。

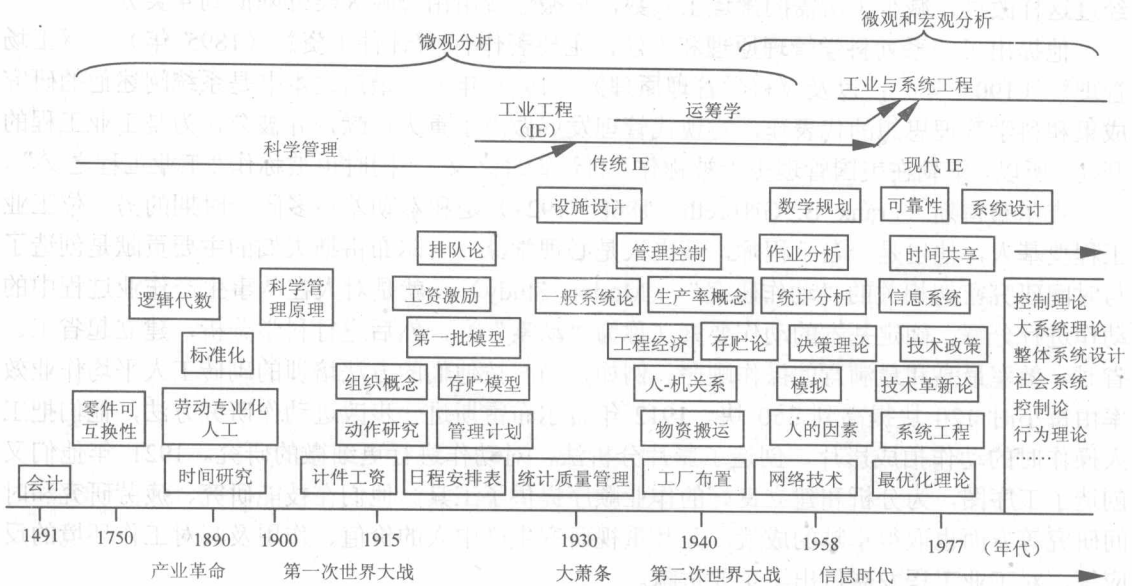


图 1-2 IE 发展年表

(2) 工业工程时代 (20 世纪 20 年代后期~现在)。IE 作为一门专业正式出现, 并不充实其内容。继宾州州立大学之后, 到 30 年代美国有更多的大学设立 IE 系或专业; 工厂出现了专门从事 IE 的职业; 吸收数学和统计学知识, 创立了一系列 IE 原理和方法, 如休哈特 (W. A. Shewhart) 博士 1924 年建立了“统计质量管理”, 为 IE 实际应用提供了科学基础, 是一项重要发展。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、物料搬运等理论和方法的产生与应用, 使管理有了真正的科学依据, 不再只是凭经验的一种艺术。二次世界大战以后, IE 取得实质性进展, 表现为以下两个时期的重大变化。

(3) 运筹学 (Operations Research, 简称 OR) 出现的时期 (20 世纪 40 年代中期~70 年代)。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。运筹学是为解决战争中的军事方案选择问题而研究出的一个新学科领域, 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。用于产品和市场决策, 可以实现降低成本、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, 运筹学成为 IE 的理论基础, IE 得到重大发展。

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, 称为 IIE), 并于 1955 年制定出 IE 的正式定义。20 世纪 50 年代是 IE 奠定较完善科学基础、发展最快的 10 年, 经过 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。

(4) 工业与系统工程时期 (20 世纪 70 年代~现在和未来)。从 20 世纪 70 年代开始, 系统工程 (System Engineering, 简称 SE) 的原理和方法用于 IE, 使它具备更加完善的科学基础与分析方法, 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;应用范围从微观小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农业、服务业及政府部门等各种组织。

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、OR、SE 及相关的学科知识,有了理论基础和科学手段,才得以由经验为主发展到以定量分析为主;以研究生产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。同时,它不但在美国得到广泛的发展和运用,而且很快向世界其它许多工业化国家传播,如西欧(英国、德国、法国等)、日本、原苏联、澳大利亚和其它一些国家和地区,从 20 世纪 50 年代前后相继开始采用 IE。70 年代中期,一些发展中国家,如墨西哥、秘鲁、哥伦比亚等,随着工业化的发展,也都开始采用 IE,在大学设置正规的 IE 专业。在亚洲,新加坡、韩国和我国的香港、台湾地区,都早在 60 年代就设立了 IE 专业教育,推行 IE,并且基本上采用美国的 IE 体制。印度也于 1975 年前后开始建立 IE 教育与应用体制。

四、现代工业工程发展趋势

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)系统提高生产率和竞争力的学科。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,产品生命周期大大缩短,竞争激烈,要求不断开发新产品。

(2) 系统、成套产品和服务的市场不断扩大,用户越来越多地需要优质、可靠的系统和服务,如交钥匙工程。

(3) 严格保证交货期,提供周到、及时的售后服务成为提高竞争力的重要因素。

(4) 现代生产制造技术(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、通信与网络技术的发展为技术创新、增强应变能力和生产经营决策科学化提供了手段等等。

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(见图 1-2 右边部分),使 IE 学科在技术理论和方法、应用领域和范围等方面都得到快速发展。

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,主要研究各项作业的改进和现场管理的改善。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. 采用计算机技术、管理信息系统(MIS)和网络通信技术为支撑条件

如前所述,市场需求瞬息万变、产品生命周期缩短、市场竞争激烈,现代生产组织必须适应这一特点才能生存和发展。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。随着国际互联网 (INTERNET) 技术的发展和广泛应用,使这一手段变得空前强大,为高效地取得和交流生产所必需的市场、科技、商贸信息提供了最便利的条件。因此,有的学者指出:“在泰勒时代,我们把产品生产看作作为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)生产

随着计算机科学和自动化技术(含机器人)等高新技术的迅速发展,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,即立体仓库)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)的协调、控制等一系列问题,因而产生了像制造资源计划(MRP II)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,从而使这门提高生产率的技术发展到一个新的高度。

4. 突出研究生产率和质量的改善

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 针对新的生产组织和市场环境,采用现代科学技术,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;现代生产的质量控制与管理技术。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;在制造资源计划(MRP II)和准时制(JIT)生产环境中的生产率问题等等。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它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,人机工程(Man-Machine Engineering)或工效学(Ergonomics)的研究正在深入发展。据国外预测,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在生产中的应用。

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并行工程(Simultaneous Engineering 或 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,同时进行有关的工作(如在设计阶段即做生产准备),以缩短研制和生产准备时间,提高效率,降低成本。此外,自 20 世纪 90 年代以来,一些发达国家为适应当今世界市场需求多样化、变化快和竞争激烈的特点,利用高度发达的现代科技成就,研究开发了新的制造战略、理论和生产方式,主要有精益生产(Lean Production, LP)、敏捷制造(Agile Manufacturing, AM)、经营过程再造(Business Process Re-engineering, BPR)等,它们都是在总结以往成功经验的基础上发展起来的,实质是综合运用 IE 原理与方法,建立能对今日及未来经济环境与市场变化做出快速反应的生产组织管理和运行机制,以实现

成本降低、利润最大和可持续发展。

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，并且这种趋势还将继续下去。

第二节 工业工程定义、目标和功能

一、工业工程的定义

工业工程的发展迄今已有一个世纪了。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、不同组织和学者下过许多表达方式不尽相同的定义。在各种 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 年正式提出、后经修订的定义，其表述如下：

“工业工程是对人员、物料、设备、能源和信息^①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（American National Standards Institute，简称 ANSI）采用作为标准术语，收入美国国家标准 Z94，即《工业工程术语》标准（Industrial Engineering Terminology，ANSI Z94，1982）。它被认为是 IE 的基本定义。

该定义表明 IE 实际是一门方法学，它告诉人们，为把人员、物资、设备和设施等组成有效的系统，需要运用哪些知识，采用什么方法去研究问题以及如何解决问题。

1989 年，工业工程师学会（IIE）从现代科学技术和工业工程迅速发展的前景出发，提出了反映 2000 年工业工程（IE）职业特点的工业工程定义：

“工业工程（IE）将被公认为一种主导职业，其从业者对集成生产和服务系统进行规划、设计、实施和管理，保证高绩效、可靠性、可维护性，符合进度和控制成本。这种系统的本质是社会技术性的，并且在产品、服务或一项计划的整个生命周期中把人、信息、物料、设备、工艺和能源结合在一起。

这种职业将把产品和服务在整个生命周期中的获利性、效果、效率、适应性、响应性、质量以及不断改善作为其目标。为达到这一目标，要应用人文和社会科学（包括经济学）、计算机科学、基础科学、管理科学、高度发达的通信技术、以及物理、行为科学、数学、统计学、组织学和伦理概念等方面的知识。”

二、工业工程的目标

任何一门学科都有其特定的对象和目标。机械工程的目标是研究设计各种优质、高效的机器和车辆等机械性质的系统；电气工程的目标是设计电气装置和系统等；化学工程的目标是研究开发新型化工产品（如塑料）和生产流程；建筑工程的目标是设计各种建筑物（如房屋和桥梁）；……。工业工程的目标是什么呢？

《美国大百科全书》（1982 年版）对 IE 的解释是：“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

^① 能源和信息是 AIIE 后来修订时增加的。

提高生产率、获利性和效率。”

著名的美国工业工程专家 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。”

上述定义和解释表明，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，就是通过研究、分析和评估，对人机系统的每个组成部分都进行设计（包括再设计即改善），再将各个组成部分恰当地综合起来，设计出系统整体，以实现生产要素合理配置，优化运行，保证以低成本、低消耗、安全、优质、准时、高效地完成生产任务（机器制造、桥梁建设、化工生产、销售和运输服务等），从而达到上述目标。

三、工业工程的功能

如 IE 定义所表明的，IE 的基本功能是：“研究人员、物料、设备、能源、信息所组成的集成系统，进行设计、改善和设置”。针对一个企业这样的系统，IE 的功能具体表现为规划、设计、评价和创新等四个方面及其各类专业活动，如图 1-3 所示。各项功能的涵义是：

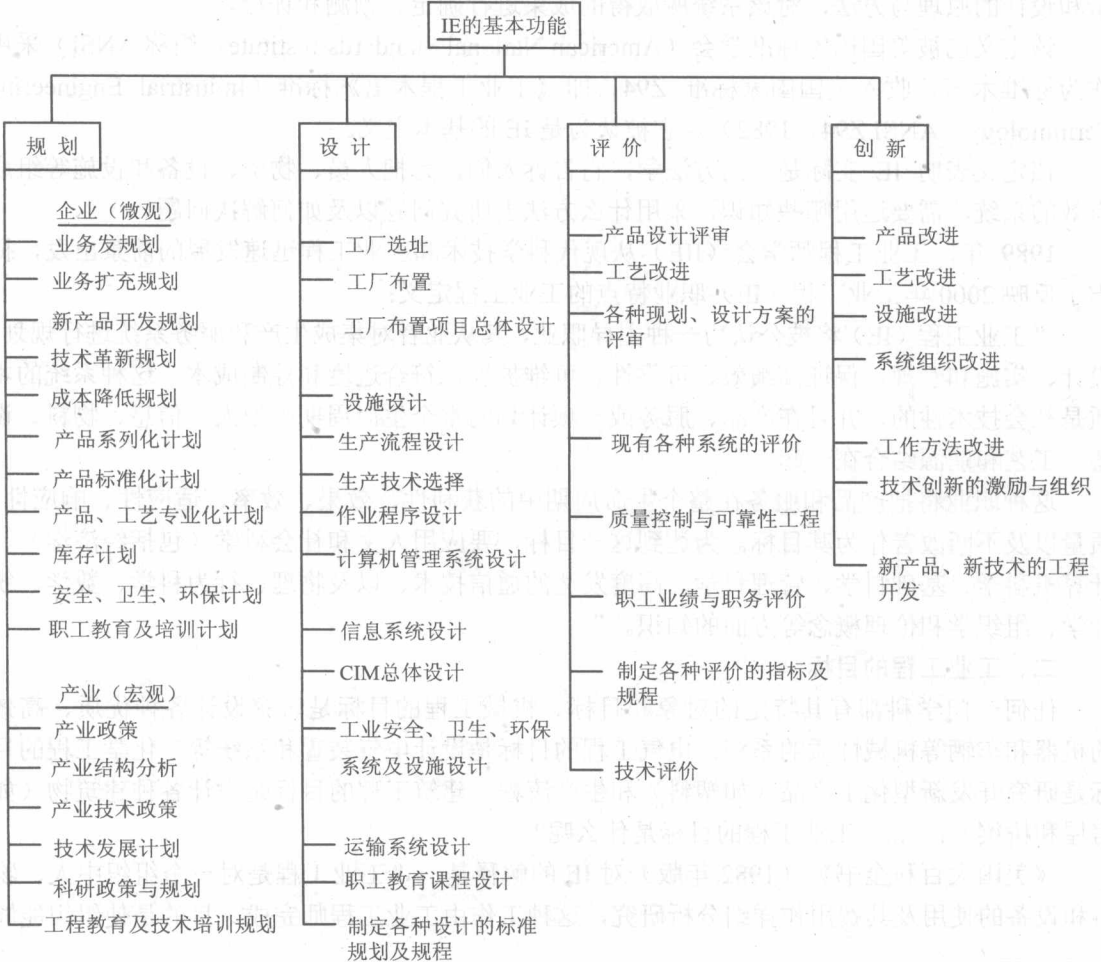


图 1-3 IE 的基本功能

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的预备活动，包括制定组织的总体目标、方针政策、战略和战术，也包括分期（短期、中期、长期）实施计划的制定。它是全面、统筹协调资源利用，以使其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，包括拟订技术准则、规范、标准；生产工艺和程序设计；最优方案选择和蓝图绘制等。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。

3. 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定及评价工作的实施。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

是对现存各种系统的改进和提出崭新的、富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，创新是系统维护和持续发展的重要途径。

第三节 工业工程学科的范畴与性质

一、工业工程学科的范畴

对于 IE 学科范畴，有多种不同表述方法。迄今为止，较正规和有代表性的是美国国家标准 ANSI-Z94（1982 年修订版）分类方法，从学科角度把 IE 知识领域划分为 17 个分支，即：

- (1) 生物力学；
- (2) 成本管理；
- (3) 数据处理与系统设计；
- (4) 销售与市场；
- (5) 工程经济；
- (6) 设施规划（含工厂设计、维修保养、物料搬运等）；
- (7) 材料加工（含工具设计、工艺研究、自动化等）；
- (8) 应用数学（含运筹学、管理科学、统计质量控制、统计和数学应用等）；
- (9) 组织规划及理论；
- (10) 生产计划与控制（含库存管理、运输路线、调度、发货等）；
- (11) 实用心理学（含心理学、社会学、工作评价、人事实务等）；
- (12) 方法研究和作业测定；
- * (13) 人的因素；

- * (14) 工资管理;
- * (15) 人体测量;
- * (16) 安全;
- * (17) 职业卫生与医学。

(注:带“*”号者是1982年修订Z94标准时增加的,前12类是1972年首次公布时确定的。)

还有其它一些分类方法,例如,日本从应用的角度把IE技术分为20类113种,包括:方法研究与作业测定、质量管理、标准化、工厂设计、能力开发等等。

二、工业工程学科的性质

按学科分类,国外一般把IE划入工程学范畴,这是因为IE具有鲜明的工程属性。和所有其它工程学科一样,IE具有利用自然科学知识和其它技术方法进行观察、实验、研究、设计等功能和属性。

IE的首要任务是生产系统的设计,这和机械工程中的机器设计性质是一样的,所不同的是生产系统设计是更大和更复杂的设计,既有系统总体的设计,如设施规划与平面布置设计;也有 subsystem 设计,如物流系统设计、人机系统设计、工作站设计等等,这都是典型的工程活动。为了上述目的,必须对生产系统的各组成要素及其相互关系进行周密的观察和实验分析。例如,要用工程学方法实验、测试人机关系的各种因素、劳动强度等,为优化设计提供依据和参数。为使生产系统有效运行,IE技术人员要不断对其加以改善,因而必须对系统及其控制方法进行模拟、试验、分析研究,选择最好的改进方案。

在一些国家,IE作为一门工程学科。大学里,IE专业设置在工学院中,IE学生要学习大量的工程技术和数学方面的课程,被培养为工业工程师。然而,IE又不同于一般的工程学科,它不是单纯的工程技术。从IE的定义和范畴可以看出,它不仅包括自然科学和工程技术,而且还包括社会科学及经济管理知识的应用。所以,IE是一门跨学科的边缘学科。由于IE起源于科学管理,并为管理提供方法和依据,具有管理特征,因而常被当作管理技术。于是,了解IE与管理及其它相关学科的关系对于更好地理解其学科性质是很必要的。

三、工业工程与相关学科的关系

管理科学、运筹学(OR)、系统工程(SE)和工效学等学科都是IE的理论基础和相同学科,与IE有很多共同点,它们的任务和目标都是研究管理优化,资源的有效利用和提高效率,以取得最佳整体效果。但是,它们涉及的范围、研究方式和侧重点又各不相同。因此,认识IE与相关学科的联系和区别,有助于更好地学习和掌握IE。这里主要讨论IE与管理及IE与系统工程的关系。

1. IE与管理

前面提到IE常被当作管理技术,但它并不等于“管理”(如工业管理、企业管理),它是研究管理方法和手段,为管理提供技术方法和决策依据的,是一种工程活动。而“管理”是指“利用物质和人力资源去实现预定目标的过程,它包括计划、组织、指挥、协调和控制等活动”。例如,企业管理就是对企业生产经营活动进行计划、组织、指挥、协调和控制等一系列管理活动的总称,包括组织管理、技术管理、生产管理、财务管理等,所用的知识主要包括经营管理学、决策学、组织行为学、市场学、会计学、战略规划以及金融、贸易、法律等等。它与IE的主要区别在于不是对生产系统进行研究、分析、设计和改进等工程活动,而是偏重于对各部门(也包括IE部门)及整个企业活动的决策和指挥,进行协调和组织等