

第一篇 工业工程概论

第一章 工业工程及其发展

第一节 工业工程的概念

一、工业工程的定义

现代工业社会中，生产是人类最基本、最重要的一项活动。

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），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。

无论哪种生产，都是把自然和社会资源（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。所以，可把它简化为生产要素经过投入、转换生产过程而得到产出物的系统，如图 1-1 所示。

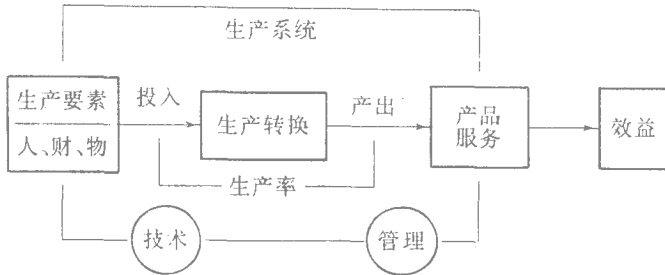


图 1-1 投入产出系统

经济学上，用生产率来衡量生产系统的这种转换，表示生产要素的使用效率（生产率 = 产出 / 投入）。一般说来，如果能用较少的资源投入得到更多的产出，则生产率就提高了，也就是具有更高经济效益，可获得更大利润。因此，生产率成为生产活动中人们最为关心的一个指标。任何企业，事实上都是为社会提供产品和服务，以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管理工作两个方面，不断发明新技术、新工艺，创造新工具、新机器和科学管理方法。正如人们常说的，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（简称 IE），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，去实现提高生产率目标的工程学科。

工业工程的发展迄今将近一个世纪了。由于它涉及范围广泛，内容不断拓展和深化，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。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

年正式提出、后经修订的定义，表述如下：

“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。”

该定义表明 IE 实际是一门方法学 它告诉人们 为把人员、物资和设施组成有效的系统，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。

二、工业工程的研究目标

《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的人、物料和设备的使用及其费用作详细分析研究。这种工作由工作工程师完成，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 (Philippe 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生产条件下进行。”

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……)从而达到上述目标。

三、工业工程学科的范畴

对于 IE 学科范畴，有许多种不同的表述方法。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),从学科角度把 IE 知识领域划分 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、管理经济学、统计质量控制、统计和数学应用等);⑨组织规划与理论;⑩生产规划与控制(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。

还有其他一些分类方法,例如,日本从应用的角度把 IE 技术分成 21 类 113 种,包括方法研究、作业测定、质量管理、标准化、工厂设计、人力开发等。

四、工业工程学科的性质

按学科分类,国外把 IE 划入工程学范畴,这是因为 IE 具有鲜明的工程属性。和所有其他工程学科一样,IE 具有利用自然科学知识和其他技术进行观察、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,有系统总体的设计(如设施规划设计)也有 subsystem 设计(如物流系统设计、人机系统设计、工作站设计等)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关系进行周密的观察和实验分析,例如,要用工程学方法进行实验或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 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。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 是一门边缘学科。由于 IE 起源于科学管理，为管理提供方法和依据，具管理特征，常被当做管理技术。但它并不等于“管理（工业管理、企业管理）”，它是研究管理方法和手段，为管理提供技术和决策依据，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、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、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、战略以及金融、贸易、法律等。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）及整个企业的决策和指挥进行协调和组织等行政职能。

五、工业工程的特点

IE 是实践性很强的应用学科。国外 IE 应用与发展情况表明，各国都根据自己的国情（如社会文化传统、技术与管理的体制和水平等）形成富有自己特色的 IE 体系，甚至名称也不尽相同。例如，日本从美国引进 IE，经过半个多世纪发展，形成了富有日本特色的 IE，即把 IE 与管理实践紧密结合，强调现场管理优化，而美国则更强调 IE 的工程性。然而，无论哪个国家的 IE 尽管特色不同，其本质是一致的。所以，我们必须弄清 IE 的本质，这对于建立符合我国国情的 IE 体系具有重要意义。

综合分析 IE 的定义、内容、范畴和目标，现代 IE 本质的基本特点可概为以下几个方面：

(1) IE 的核心是降低成本、提高质量和生产率

如前所述，IE 的目的是提高生产率、利润率和效率。因此，可

以说 IE 实质上是一门提高生产率的学问。《工业工程手册》指出，如果要用一句话来表明工业工程师的抱负的话，就是生产率。换句话说，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。

IE 的发展史表明，它的产生就是为了减少浪费、降低成本、提高效率。由于只有为社会创造并提供质量合格的产品和服务，才能得到有效的产出，不合格产品生产越多浪费越大，反而会降低生产率。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。

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 是综合性的应用知识体系

IE 的定义和内容清楚地表明，IE 是一个包括多种学科知识和技术的庞大体系，因此，我们很容易产生这样的疑惑，究竟是什么是 IE？这个问题恰好需要通过 IE 的综合性和整体性来回答。

知识范围大是 IE 的一个明显特点，然而，这只是其外在特征，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上。这是由 IE 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、系统和各个部分（如各部门、车间）之间的协调配合。

一个企业要提高其经济效益，必须运用 IE 全面研究、解决生产和经营中的各种问题，既有物的问题，又有人人的问题。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，而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运用，这就是整体性。

IE 的综合性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、工具和程序，而且要从提高软件水平，
即改善各种管理与控制，使人与其他各种要素（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，简单地说，IE
实际是把技术与管理有机地结合起来的学科。

(3) 注重人的因素是 IE 区别于其他工程学科的特点之一

生产系统和各种组成要素中，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他要素之间的关系和相互作用，
以人中心进行设计。从操作方式设计、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（心理和生理等方面）和人的工作主
动性、积极性、创造性及激励方法等，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，
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 IE 发挥作用。

以一个企业为例，其生产经营系统如图 1-2 所示 通常分为经
营决策、生产（制造）市场销售三级。狭义 IE 主要面向生产过程
（所追求的目标见图所示），然而 现代 IE（广义 EI）已向经营扩
展，因为整个企业系统的综合效益不仅取决于生产过程的改善和
效率的提高，而且在很大程度上取决于决策科学化。这就必须用
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，企业由生产型转变的经营型，由以产品为核心转变为以效益为
中心，尤其需要从系统整体优化来研究问题。

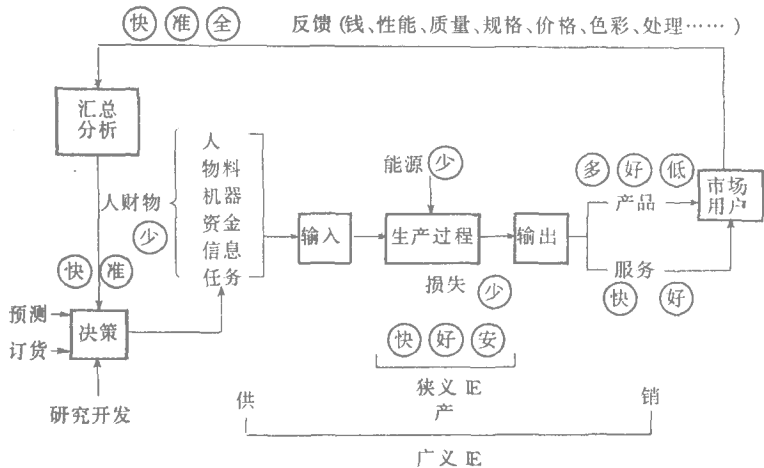


图 1-2 企业生产经营目标

(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（人、物料、设备……）或某个局部（工序、生产线、车间……）的优化，后者是以前者为前提的优化，并为前者服务，最终追求的目标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的目标出发，对各种生产资源和环节具体研究，统筹分析，合理配置；对各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，才能发挥各要素和各子系统的功能，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。社会的进步及市场竞争日趋激烈，对各种生产都提出了越来越高的要求，需要进一步提高生产率；而科学技术的高度发展也为 IE 提供了更多的知识和方法去实现这个目标。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。

从不同角度看来，还可以列举出 IE 的某些其他特点，但是上述几个方面已反映出 IE 的基本特点。

第二节 工业工程的发展简史

一、工业工程的起源

人类在从事生产活动中运用数学、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，其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，一般认为是本世纪初起源于美国并且从泰勒(F. W. Taylor, 1856~1915)等人创立的科学管理发展起来的。南北战争以后，美国工业尤其是制造业迅速发展，1900年前后，制造业产值已超过农业。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，生产第一线的管理人员对工人作业只是口头的指导，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。此时期，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的协调，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，并且也是一位发明家，一生获得过 100 多项专利。1847 年他考取哈佛大学法学院，由于视力不好，而被迫失学，进费城水泵制造公司当模型工学徒。1878 年到米德维尔钢铁公司工作，当过普通工人、技工、工长、总技师以至总工程师。这期间他还上夜校攻读，并于 1883 年获得史蒂芬学院机械工程学位。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，并致力于研究。他系统地研究了工场作业和衡量方法，创立了“时间研究”(Time Study)改进操作方法，科学地制定劳动定额，采用标准化，因而大大地提高了效率，降低了成本。例如，1898~1901 年他在伯利恒 (Bethlehem) 钢铁公司工作期间，研究了铲煤和铲矿砂的工作，通过试验和测定发现，每一铲煤 21 磅 (约 9.5kg) 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 12.5 t 增加到 48 t，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)，系统阐述了他的研究成果和科学管理思想，对科学管理的发展作出重大贡献，并被公认为工业工程的开端。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 (Frank B. Giberth, 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。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)，就是对人在从事生产作业中的动作进行分解，确定基本动作要素(称为“动素”)然后作科学分析，建立起省工省时、效率最高和最满意的操作顺序。例如，当时按照他的方法和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 年吉尔布雷斯夫妇进一步改进动作研究的方法，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有卓越的成就，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。

甘特(Henry L. Gantt)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、进度控制的检查提供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。

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了贡献，如 1766 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概念，李嘉图 (Ricardo) 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，应该说都对上述 IE 先驱者产生过影响，这里就不一一列举了。

二、工业工程的发展历程

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

工业工程形成和发展历程可用图 1-3 所示的 IE 发展年表概括说明。该图横坐标表示在 IE 发展历程中一些重大事件（原理和方法）产生的时间。在大多数情况下，只表明事件的开始，而不是结束。例如，“时间研究”至今仍是 IE 的基本工具。

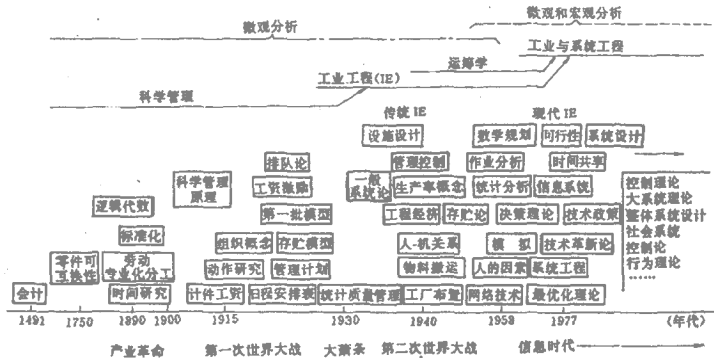


图 1-3 IE 发展年表

从科学管理开始，IE 发展经历了如图上方标明的科学管理、工业工程、运筹学、工业与系统工程四个相互交叉的时期，它突出表明不同时期 IE 的重大发展。

(1) 科学管理时代（本世纪初～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，成为第一所设有 IE 专业的大学。这时期是在制造业（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作业现场较小的范围，是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年与“泰勒协会”合并为“管理促进协会”。

(2) 工业工程时代 (30年代后期~现在)

IE作为一门专业出现并不断充实内容。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。二次世界大战以后,IE取得了实质性的进展,表现为以下两个时期的重大变化。

(3) 运筹学(Operations Research,简称OR)发生影响的时期(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,简称AIIE)正式成立(现在已发展成国际性学术组织,仍称为AIIE)并于1955年制定出IE的正式定义。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 (System Engineering, 简称 SE) 时期 (70 年代 ~ 现在和未来)

从 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, 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时分析为主, 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应用, 而且很快向世界其他许多工业化国家传播 (如西欧 (英国、德国、法国等) 日本、原苏联、澳大利亚和其他一些国家和地区, 从 50 年代前后相继开始采用 IE。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、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 年前后开始建立 IE 教育与应用体制。

三、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的高度发展, 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：

市场需要多样化，产品生产周期大大缩短，竞争激烈，要求不断开发新产品。

系统的、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 如交钥匙工程。

严格保证交货期，提供周到、及时的售后服务。

现代制造技术，包括 NC、CNC、数据技术），CAD/CAM（计算机辅助设计与制造），CT、成组技术），FMC/FMS（柔性制造单元和系统），CAPP（计算机辅助工艺设计），MRP（物料需求计划），MRPII（制造资料计划），JIT（准时制），CIMO（计算机集成制造），等等。这些技术迅速发展，为高速、高效、高精度和优质生产提供了条件。

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、自动化技术、模拟技术和优化理论等。

（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

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，我们把产品看作原材料的一系列物理转换；而现在我们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, 简称 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、柔性制造单元和系统、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）那样的新管理技术。一些发达国家竞相推行 IE 新技术，获得了很大成功，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出现的生产组织和环境，把提高生产率、保证质量放在突出位置来研究生产率理论、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）生产环境中的生产问题等等。其目的，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需求，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，这需要测定各种数据，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进展，社会生产日新月异，现代 IE 在多方面取得了巨大发展，并且这种趋势将继续下去。

四、工业工程在我国的应用与发展

1. 我国工业工程应用的历史回顾

工业工程在我国虽然尚未形成一门独立的学科体系，但属于其范畴的许多知识和技术已不同程度地得到应用。

我国 IE 应用和发展的历史可追溯到 50 年代初期。当时，新中国正处于恢复国民经济，开展大规模工业建设时期。作为社会主义工业骨干的 156 项工程在前苏联援助下兴建，工业布局和企业全面学习与采用前苏联的模式，推行其生产组织与计划方法。其中实际上包含了某些传统 IE 的内容，如进行时间研究、制定劳动定额标准等。

50~60 年代，在社会主义建设高潮中，许多工业战线职工响应国家号召，积极投入合理化建议、技术革新运动，改进生产工具、工艺过程、操作方法和技术标准，改善劳动条件，提高了工作效率，降低了消耗和成本。1960 年贯彻《鞍钢宪法》开展技术革命，大