

高等学校工业工程专业主要课程系列教材

基础工业工程

阚树林 主编

Fundamental
Fundamental
Industrial
Industrial
Engineering
Engineering
Industrial
Engineering
Engineering



高等教育出版社

Fundamental Industrial Engineering

高等学校工业工程专业主要课程系列教材

基础工业工程 (送教师课件)

质量管理与可靠性 (送教师课件)

设施规划与物流系统设计 (送教师课件)

人因工程学 (送教师课件)

生产计划与控制 (送教师课件)

阚树林等

罗国勋等

马汉武等

张宏林等

叶春明等

ISBN 7-04-017254-2



9 787040 172546 >

定价 21.50 元

高等学校工业工程专业主要课程系列教材

基础工业工程

阚树林 主编

撰稿人：阚树林 宋国防 战洪玉

张亚南 周燕萍

高等教育出版社

内容提要

本书是高等学校工业工程专业主要课程系列教材之一,主要讲述工业工程的基本概念、基本原理、工作研究方法与应用,在系统阐述国内外这一领域的理论和实践经验的基础上,介绍了企业推广应用基础工业工程的方法和步骤,并引入了一些企业成功实施基础工业工程的实例。

全书共分6章。第1章为工业工程概论,第2章为方法研究,第3章介绍作业测定的方法及其应用,第4章介绍基于工作研究的生产线平衡方法及其应用,第5章介绍如何应用基础工业工程来制定劳动定额,第6章讨论工业工程与现场管理。

本书可作为高等学校工业工程、管理工程及工科相关专业本科生的基础工业工程和生产管理类课程的教材,也可作为工业工程培训及相关工程技术与管理人士的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

基础工业工程/阚树林主编. —北京:高等教育出版社, 2005. 6

ISBN 7-04-017254-2

I. 基... II. 阚... III. 工业工程 IV. F402

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第038953号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京原创阳光印业有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 17
字 数 310 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>

版 次 2005年6月第1版
印 次 2005年6月第1次印刷
定 价 21.50元

高等学校工业工程专业主要课程 系列教材编委会

主任：钱省三

副主任：罗国勋

委员(按姓氏笔画排序):

马汉武	方庆琯	刘明周	任志宇
叶春明	宋国防	吴爱华	张宏林
罗国勋	施国洪	钱省三	曹国安
阚树林			

序 言

工业工程 (IE) 是以系统效率和效益为目标的工程技术。

伴随着人类社会工业化的进程, 工业工程已走过了 100 多年的历史。19 世纪至 20 世纪初, 以泰勒和吉尔布雷斯为代表的科学管理是工业工程的奠基学说, 对工业工程的诞生起了决定性的作用。20 世纪 50 年代, 运筹学、工业生理学、工业心理学的广泛应用, 推动了工业工程的发展。运筹学方法的引入, 使工业工程从经验的、较为定性的研究转为科学的、定量的研究; 基于工业生理学、工业心理学的人因工程, 使早期工业工程将人看成机器, 转为研究人怎样在工作中更好地发挥作用, 从而形成了现代工业工程的基本特点。20 世纪 60 年代的质量革命, 从效率和成本至上, 转为效率、成本和质量并重, 将效益的涵义从企业内延伸到企业外, 从经济效益拓展到社会效益。突飞猛进的信息技术推动现代工业工程的突破, 使得原本无法求解的大系统可以借助计算机进行有效优化; 对包含人在内的工业工程系统的仿真, 可研究、判断及评价不同的方案的影响。工业工程的应用领域不断扩大, 从制造业扩展到服务业、金融业、物流业等, 几乎所有有组织的社会化生产活动都成为现代工业工程的主要服务对象。

世界经济的历史表明: 工业工程对人类社会, 尤其是对西方的经济和社会发展起了巨大的推动作用。诸多工业发达国家的经济发展均与其雄厚的工业基础及其工业工程实力有着密切的联系。许多新兴工业国家和地区的国民经济增长跨过劳动力驱动和资本驱动两个阶段, 进入到知识驱动的发展阶段。在美国, 工业工程与机械工程、电子工程、土木工程、化工工程、计算机工程、航空工程并称七大工程, 其重要性可见一斑。

众所周知, 工程技术是对特定的技术领域而言的, 主要解决与产品相关的技术问题。唯独工业工程直接面向生产运作或服务过程, 因此不仅与各种工程技术有关, 而且还与数学、人因学、经济学、管理学等有着密切的关系。由于工业工程致力系统的效率与效益, 因此工业工程的研究永远强调关注整个系统。从泰勒时代研究动作的经济性和流程经济性, 到 20 世纪五六十年代的作业管理, 研究整个作业系统的优化, 到如今不仅优化自己还要优化别人, 研究如何使整个供应链以最低的成本和最高的效率运作。经过百余年的发展, 工业工程已成为以系统工程为方法论, 以运筹学等数学方法, 经济、管理及人因学

等为理论基础,以现代信息技术为工具,用工程量化的分析方法对包括制造业、服务业在内的由人、物料、设备、能源、信息等多种因素所组成的各种复杂的企业或组织系统中的实际工程与管理问题进行定量、系统的分析、设计与优化,从而实现系统的最大效率和效益,是其他工程所不能替代的,同时又是对其他工程互补性很强的一项综合性边缘学科。

在改革开放经历了20年的发展之后,中国经济已进入了一个崭新的发展时期。面对全球经济一体化,竞争日趋激烈。政府与企业从过去的资金引进,转变成成为技术、管理、人才的引进,其中也包括对工业工程的引进。国家和企业开始关心如何将过去粗放型管理变为以量化为基础的精益管理模式,如何尽快地改善企业的经营效益,如何尽快地提高企业的素质,如何尽快地提升中国工业整体的综合竞争能力。工业工程的发展,工程与管理的结合,对各类企业的运作研究,正是要解决这些问题。由于世界经济结构的新一轮“洗牌”,中国将成为世界加工中心,这就更需要引进和发展工业工程。

工业工程对于企业乃至国家经济效益的推动作用已经过发达国家的实践证明,是企业参与市场竞争的必修课。工业工程有一套完整的学科技术体系,它的应用和推广要求必须熟悉这套完整理论,并结合应用者的实际情况。工业工程在不断发展,随着市场和技术的发展,随着人们对工业发展的长期实践、认识与研究,在近30年里,各种先进的生产模式层出不穷,如对世界制造业产生重要影响的准时生产方式(Just In Time, JIT)、精益生产方式(Lean Production),具有信息时代生产制造特征的敏捷制造方式(Agile Manufacturing),以及现在谈论很多的大规模定制生产方式(Mass Customization)。每一种生产方式,都极大地影响着整个企业的运作,通过改善企业的业务流程,改变和发展了企业的经营方式,从而推动了近半个世纪的高速发展。

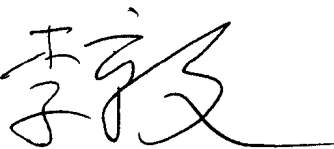
推广工业工程,人才必须先行。工业工程人才应具有成本效率意识、系统意识、成功环境意识、简化和标准化意识、人本意识,能用工业工程思维方法思考问题,能发现常人看到而未意识到的问题。工业工程专业人才是一种高素质复合型人才,必须经过严格的专业训练。若无一支有相当数量、训练有素的工业工程专业队伍,则将无法担当起工业工程推广、应用、研究和创新的重任。令人欣慰的是,由于国家和政府有关部门的重视,虽然我国引进工业工程不过十几年,但目前已有百余所高校开设工业工程专业,正在为我国培养经济建设所急需的工业工程专业人才。

教材建设是培养工业工程人才的基础建设之一。华东是我国经济发达的地区,华东地区的几所大学最早引进和应用工业工程,在20世纪90年代初设置工业工程专业。经过十余年的教学实践和科学研究,在培养工业工程专业人才

的同时，积累了较丰富的经验和大量的第一手资料，在此基础上编写了《基础工业工程》、《人因工程》、《规划实施与物流系统设计》、《生产计划与控制》、《质量管理与可靠性》等工业工程主要课程教材。教材综合了作者们教学实践和研究的心得及相关课题研究成果，十分注意工业工程实践性很强的特点和信息技术不断向工业工程渗透的趋势，在阐述基本理论、基本方法的同时，引入大量的实例和案例，在示例分析时尽可能采用可视化技术和相应的计算机平台，使这套教材有其显著的特点。相信这套教材的发行，将有助于我国工业工程人才的培养，有助于工业工程在我国企业的推广应用。

我深信随着中国企业对工业工程的不断认知，工业工程将为我国从制造大国向制造强国的迈进打下实实在在的基础，将对我国社会和经济的发展发挥越来越重要的作用。

中国工程院院士



2005年1月于北京

III

序

言

前 言

工业工程是一门旨在提高效率和效益的工程技术，其任务是研究生产经营及管理系统的设计、改善和实施；其方法是综合地运用自然科学、社会科学和工程技术知识，进行科学的规划、设计、实施、评价和创新，把各种生产要素（人员、物料、设备、能源和信息等）组成更富有生产力和有效运行的整体系统，从而不断降低成本、确保质量、提高生产率。工业工程的突出特点是着眼于系统整体，追求最佳整体效益；着手于系统的各个组成部分和环节，将技术和管理有机地结合起来，不断地改善，以求系统整体优化。这正是我国广大企业改变效率低、效益差、质量不高、浪费大的状况所迫切需要的实用技术，也是企业挖掘潜力、增强实力和竞争力的有效工具。

本书主要讲述工业工程的基本概念、基本原理、工作研究方法与应用，可作为工业工程专业本科生的基础工业工程课程的教材。全书的主要内容包括工业工程概论、方法研究、作业测定、生产线平衡、应用工业工程制定劳动定额、工业工程与现场管理。

为了推广应用基础工业工程，本书在系统阐述国内外这一领域理论和实践经验的基础上，介绍了企业推广应用基础工业工程的方法和步骤，并引入了较多企业成功实施基础工业工程的实例和案例。教材融合了作者教学实践和研究的心得及相关课程研究成果，体现出工业工程实践性很强的特点和信息技术不断向工业工程渗透的趋势。

全书共6章。第1、3、4章由阚树林编写；第2、6章由宋国防、周燕萍编写；第5章由阚树林、战洪玉、张亚南编写。全书由上海大学阚树林主编。

本书引证了有关著作的例证和参考资料，并得到许多专家的帮助，在此一并表示衷心感谢。

鉴于作者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2005年1月

目 录

第一章 工业工程概论	(1)
第一节 引言	(1)
第二节 工业工程定义、目标和职能	(2)
第三节 工业工程发展历程	(7)
第四节 工业工程学科的特点与意识	(13)
第五节 工业工程的应用	(17)
第六节 生产率概述	(24)
本章小结	(38)
复习思考题	(39)
第二章 方法研究	(40)
第一节 方法研究概述	(40)
第二节 生产过程与方法研究	(43)
第三节 方法研究的基本步骤	(46)
第四节 程序分析	(50)
第五节 操作分析	(63)
第六节 动作分析	(70)
本章小结	(79)
复习思考题	(79)
第三章 作业测定	(81)
第一节 作业测定的意义与方法	(81)
第二节 时间研究	(90)
第三节 工作抽样	(96)
第四节 预定时间标准	(105)
第五节 标准资料法	(125)
第六节 作业测定在装配生产线中的应用实例	(132)
本章小结	(146)
复习思考题	(147)
第四章 生产线平衡	(148)
第一节 流水生产线概述	(148)

第二节	流水生产线平衡设计的方法	(151)
第三节	流水生产线平衡实例分析	(162)
本章小结	.....	(185)
复习思考题	.....	(186)
第五章	应用工业工程制定劳动定额	(187)
第一节	劳动定额概述	(187)
第二节	劳动定额的制定与管理	(193)
第三节	劳动定额标准的制定	(204)
第四节	应用作业测定法制定劳动定额实例	(214)
本章小结	.....	(217)
复习思考题	.....	(217)
第六章	工业工程与现场管理	(219)
第一节	现场管理	(219)
第二节	5S活动	(223)
第三节	定置管理	(232)
第四节	目视管理	(239)
本章小结	.....	(254)
复习思考题	.....	(255)
参考文献	.....	(256)



第一章

工业工程概论

工业工程 (Industrial Engineering, IE) 是一门涉及工业治理和发展的综合性工程技术学科, 已有 100 多年的发展历史。本章从工业工程的起源、工业工程的发展历程、发展趋势及其应用等方面来简述工业工程的基本概念, 帮助读者理解工业工程本质, 树立工业工程意识。

第一节 引言

任何一种学问的起源必然有其推动的力量, 工业工程亦不例外, 它的推动力就是人类不屈于现状的意愿和追求尽善尽美成就的欲望 (achievement demand)。

人类不屈于现状的意愿, 总想要把事情做得更好。在不断改善工作的过程中, 人类终于了解到用科学的方法来改善工作方法, 可以把事情做得更好。其实, 改善的过程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。等到泰勒 (Taylor F.W.) 把科学的方法带到管理的领域后, 这种管理的科学, 加上科技的知识才逐渐演变成日后的工业工程。

工业工程是人们在致力于提高工作效率和生产率、降低成本的实践中产生的学科, 把技术和管理有机地结合起来, 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, 是实现提高生产率目标的工程学科。工业工程的含义如图 1-1 所示。

工业工程伴随着工业生产的需求而诞生, 随着技术的进步而发展, 对提高企业发展水平和效益, 促进国民经济发展起到了巨大的推动作用。实践证明, 在经济和工业生产各领域, 科学技术和管理工作往往是推动生产力发展的关键性因素。工业工程正是在探索科学技术与管理相结合的背景下诞生的, 并在其转化为现实生产力的过程中起到了相当重要的作用。

在美国、日本等工业发达国家, 工业企业受环境保护法、高工资、能源和原材料的涨价等因素的限制, 使企业必须降低成本、提高效率, 否则在市场竞争中根本无立足之地。因此, 工业工程受到各国企业家的高度重视。

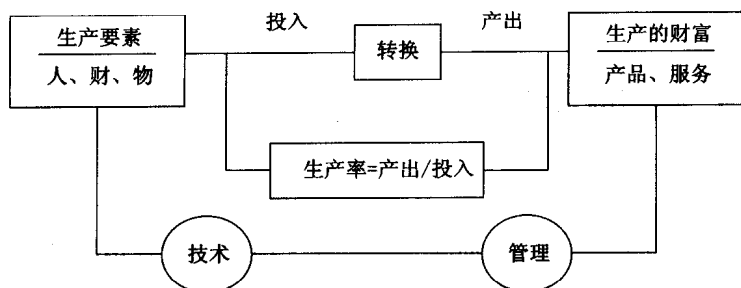


图 1-1 工业工程的含义

工业工程的基本思想是提高效率。如何以尽可能少的投入得到尽可能大的产出是工业工程的核心。为达到这个目标，就必须有问题意识和改革意识，凡事都要问个“为什么”，不能习以为常，不能以“原来就一直是这么干的”为借口逃避变化，要不满足现状，随时带着问号去看问题，带着改进的意识去看问题，并不断地探索、分析、实施。有了好经验和好方法后，要加以总结，将它制定成标准并推广应用，使星星之火成燎原之势，以获得最大的效益。当年，工业工程的开山鼻祖泰勒就是通过认真观察工人的劳动，找到既快速又省力的方法来训练工人的，使劳动效率大大提高。

另外，工业工程的应用能够极大地推动生产的发展和经济的增长。实现工业化时间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国民生产总值还不足数百美元。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采用工业工程这门提高生产率的技术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。

第二节 工业工程定义、目标和职能

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，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。”

该定义的前半部分强调了 IE 的性质、功能和系统性，后半部分指明了实现 IE 的方法，强调了工程学，但未特别指出其目的性。在此之前，美国机械工程师学会（ASME）作业标准化委员会的定义为：“工业工程是在规定的时间内，为了以最佳成本实现期望的量和质，利用和协调人、设备、物料的技术和科学。”该定义指出了 IE 的目的性和方法，但未指出其系统性。

日本工业工程协会根据 AIIE 的定义作了如下的定义：“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、改进和设置。为了对这一系统的成果进行确定、预测、评估，在利用数学、自然科学、人文科学中的特定知识的同时，采用了关于技术上的分析和综合的原理和方法。”这一定义基本采用了 AIIE 的定义内容，但将物理学和社会科学改为自然科学和人文科学。

工业工程虽然有许多不同的定义，但都在说明工业工程的系统性或工程方法，或两者都包括。随着生产的发展，工业工程所涉及的内容也日益增多，几乎涉及企业的经营、生产、技术、财务、销售等有关部门。所以，给 IE 下一个确切、固定的定义是很难的。因此，国外一些学者和专家认为不要拘泥于定义的文字，而应力求简单明了。

工业工程的早期，主要是研究生产过程的合理化，以求达到降低成本和提高生产率的目的。从系统工程观点来看，一个企业应尽量使输入的量少，能源和物料消耗的量少，损失的量少，加快生产过程，生产出又多又好和成本又低的产品，以满足社会上的需求，同时又希望有关信息能又快又准又全面地反馈给企业，以便进一步对企业的今后经营和生产进行决策。工业工程对这一过程都在起作用。为简单起见，对工业工程本质的理解提出下述意见：

工业工程的本质：采用各种科学与工程的方法，以尽可能少的输入，力求取得尽可能大的输出，即实现更好的工作系统。亦即实现工作系统可持续改善。而系统可持续改善又是一个无止境的循环过程。

输入尽可能少是指人、财、物（设备、物料）、能源投入的要少；输出尽可能大是指经济效益要高，其中包括提高生产率、提高质量、降低成本、保证交货期和安全等，同时也对社会做出贡献和服务。

二、工业工程的目标

《美国大百科全书》(1982年版)对工业工程的解释是：“工业工程是对一个组织中人、物料和设备的使用机器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希克斯(Hicks P.E.)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的。”

上述解释表明，工业工程的目标就是通过不断地改进和优化设计，使系统更加合理化，产生最佳的综合效益。即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，从而达到上述目标。

4

三、工业工程的职能

IE的基本职能是把人员、物料、设备、能源和信息组成一个更有效和更富有生产力的综合系统所从事的一系列规划、设计、实施、评价和创新的工程活动，具体分述如下：

(1) 规划。规划是确定一个组织在未来一定时期内，从事生产或服务所应采取的特定行动的预备性活动，包括总体目标、政策、战略和战术的确定，也包括分期(短期、中期、长期)实施计划的制定。规划是协调“盈利”与“资源利用”的一种重要手段。规划包含十分丰富的技术内容，它的制定是一种工程。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程，包括技术准则、规范、标准的拟定，最优方案选择和蓝图绘制。IE设计侧重于工程系统的总体设计，包括系统的总体设计和部分设计，概念设计和具体工程项目设计等。IE设计含有丰富的工程技术的内容，充分显示其工程本色，有别于管理的职能，但IE的设计也常常是管理中资源分配和日常作业的依据。

(3) 实施。实施是对具体方案与项目进行实施。它包括：①各种生产技术准备工作。例如，产品的试制和试验、设备工装的购置和安装调试、材料配件的采购储备、劳动力的调配与培训、工艺方案的确定、工艺规程的编制等。②日常的工艺管理。③生产控制。例如，生产调度，生产进度控制，生产统计核

算等。

(4) 评价。评价是对现存的各种系统、各种规划和计划方案以及组织和个人的业绩作出是否符合既定目标或准则的评审与评定活动。评价包括各种评价指标和规程的设计、制定以及评价工作的实施。评价是高层管理者的重要决策依据，也是避免组织决策失误、实现组织目标的重要手段。

(5) 创新。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。创新是系统的一个重要属性。如果没有创新，一个系统，不论其为一种产品、一台机器、一条生产线、一个企业还是一个部门，都将随着时间而耗损、老化、无序、僵化乃至失效衰亡。IE 的创新要求从系统的整体目标和效益出发，把各种相关的广泛条件加以考虑，进行综合权衡后求得最优选择来确定创新的目标和策略，选出创新的项目和内容。

图 1-2 列出 IE 通常履行的规划、设计、实施、评价和创新职能的一些典型内容。

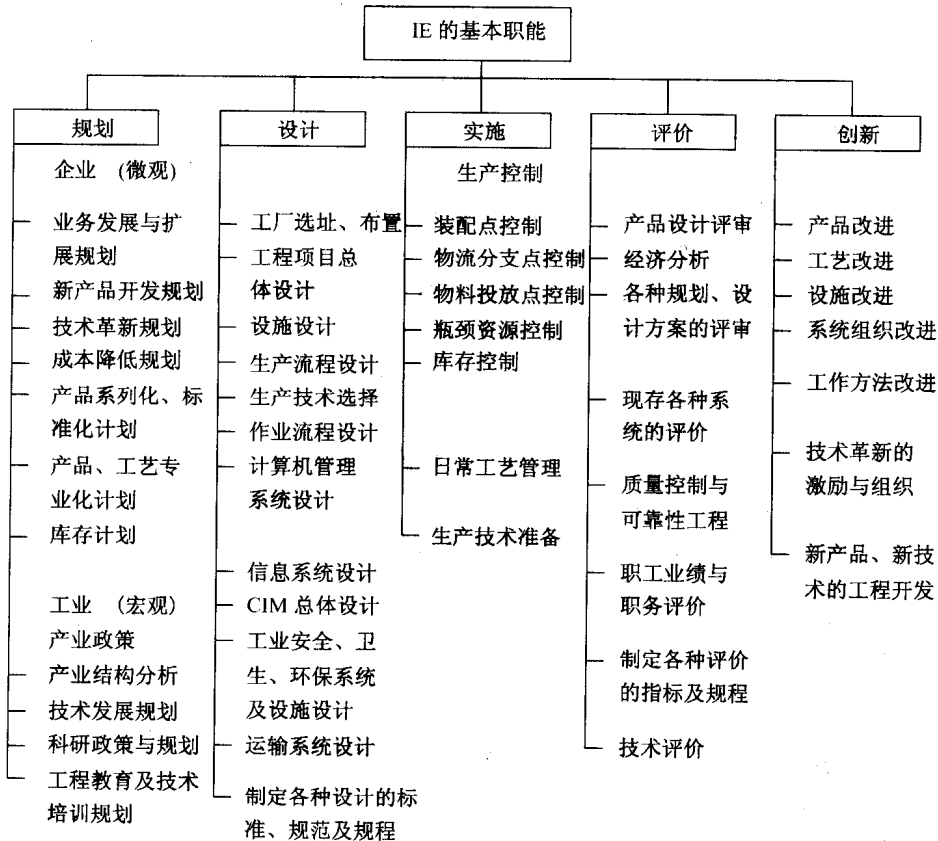


图 1-2 IE 的基本职能及其典型内容