

全国高等院校现代物流管理系列教材

QUANGUOGAODENGYUANXIAOXIANDAIWULIUGUANLIXILIEJIAOCAI

GONGYE

GONGCHENGDAOLUN

# 工业工程导论

刘力卓 侯玉梅 © 主 编

本书全面介绍了工业工程专业的研究内容、研究方法和基本原理，内容丰富，重要章节附有引导案例和案例讨论，注重理论联系实际，既可以作为工业工程专业和相关专业学生教材，也可作为企业推广和应用工业工程的培训教材，还可供工程技术人员、各级管理人员使用，具有较强的普适性。

中国物资出版社

全国高等院校现代物流管理系列教材

# 工业工程导论

刘力卓 侯玉梅 主 编  
毛清华 副主编

中国物资出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

工业工程导论/刘力卓, 侯玉梅主编. —北京: 中国物资出版社, 2009. 2  
(全国高等院校现代物流管理系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5047 - 3024 - 4

I. 工… II. ①刘…②侯… III. 工业工程—高等学校—教材 IV. F402

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 004125 号

策划编辑 王宏琴

责任编辑 陈凤玲

责任印制 何崇杭

责任校对 孙会香 梁 凡

中国物资出版社出版发行

网址: <http://www.clph.cn>

社址: 北京市西城区月坛北街 25 号

电话: (010) 68589540 邮政编码: 100834

全国新华书店经销

中国农业出版社印刷厂印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 20 字数: 474 千字

2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978 - 7 - 5047 - 3024 - 4/F · 1185

印数: 0001—4000 册

定价: 33.00 元

(图书出现印装质量问题, 本社负责调换)

# 前 言

伴随着人类社会的工业化发展，工业工程已经走过了一百多年的历史，对人类社会，尤其是西方国家的经济发展与社会进步产生了巨大的推动作用。世界上诸多工业发达国家（如美国、德国、日本和英国等）的经济发展都与其工业工程的实力密切相关。

早在新中国成立之前，工业工程在其他工业化国家的广泛发展和应用就引起我国有关方面的关注。1990年6月中国机械工程学会工业工程研究会（现已更名为工业工程分会）正式成立，标志着我国的工业工程学科步入了一个崭新的发展阶段。在21世纪中国成长为世界制造中心的市场环境下，作为工业工程专业的教师，深感肩上的责任重大。我们必须普及和推广工业工程在我国的应用，为加大工业工程人才的培养力度贡献力量。针对工业工程人才需求的不断增加、高校工业工程专业的迅猛发展而工业工程专业的教材却相对有限的局面，我们力争编写一本能够普及和推广工业工程在我国应用的教材。

本书全面而扼要地介绍了工业工程专业的研究内容、研究方法和基本原理。为了提高读者对工业工程的应用能力，重要章前附有引导案例，章后加入案例讨论，因此注重理论联系实际是本书的一个特色。本书的另一个特色是它的普适性，也就是：它既可以作为工业工程专业及其相关专业本科生的教材，也可以供工程技术人员、各级管理人员以及企业培训人员参考，还可以作为企业推广和应用工业工程的培训教材。

在本书的编写过程中汇集了有关学校的教学资料，引用和参考了许多专家学者的著作、教材和科研成果。在此，谨向原作者和研究者表示诚挚的谢意！

本书由燕山大学经济管理学院工业工程系教师刘力卓副教授和侯玉梅教授担任主编，毛清华副教授担任副主编。具体分工如下：第一、二章由侯玉梅和刘力卓共同编写；第三、十四章由毛清华编写；第四、五章由许良编写；第六章由王艳亮编写；第七章由刘力卓编写；第八章由王宏艳编写；第九章由王晶编写；第十、十一章由李富明编写；第十二章由苏艳林编写；第十三章由安静编写。全书由刘力卓和侯玉梅统稿。

本书在编写的过程中，得到了燕山大学经济管理学院工业工程系系主任刘新建教授以及袁旭梅教授的大力支持和帮助，另外，唐寅、裴贵、朱春红、郑金秋同学也为本书的撰写做了大量的工作，在此表示感谢，同时向为本书出版提供大力支持的中国物资出版社致谢。

本书的编写对我们来说既是一个尝试，也是一个挑战。尽管我们为此付出了极大的努力，但由于理论与实践水平有限，虽经反复修改，仍难免有各种不足，热诚欢迎各位专家、学者批评指正。

编 者

2008年10月



第一章 绪 论 .....	(1)
第一节 工业工程概述 .....	(1)
第二节 工业工程的发展史 .....	(9)
第三节 现代工业工程的发展趋势及重要研究课题 .....	(13)
第二章 生产率管理 .....	(18)
第一节 生产率的概念 .....	(18)
第二节 生产率管理与提高 .....	(24)
第三节 全面生产率管理 .....	(31)
第三章 工业工程的应用 .....	(36)
第一节 工业工程在工业先进国家和地区的应用 .....	(36)
第二节 工业工程在中国大陆的应用现状 .....	(42)
第四章 系统工程分析与设计 .....	(49)
第一节 系统工程方法论 .....	(51)
第二节 系统分析与设计过程 .....	(58)
第五章 工程决策方法 .....	(69)
第一节 工程决策方法理论基础 .....	(70)
第二节 工程决策方法分析与应用 .....	(76)
第六章 工作研究 .....	(94)
第一节 工作研究概述 .....	(94)
第二节 方法研究 .....	(97)
第三节 时间研究 .....	(114)
第七章 人机工程学 .....	(125)
第一节 人机工程学及其发展史 .....	(125)
第二节 人机工程学的发展概况 .....	(132)
第三节 人机工程学的研究内容和方法 .....	(134)
第四节 人机工程学的研究范围及与其他学科的关系 .....	(137)
第五节 人机系统 .....	(138)
第六节 人机工程学的应用及其发展趋势 .....	(142)
第八章 工作分析与业绩测量 .....	(148)
第一节 工作分析 .....	(148)



第二节 组织系统的业绩测量 .....	(165)
第九章 物流与供应链管理 .....	(171)
第一节 物流与物流管理 .....	(172)
第二节 供应链与供应链管理 .....	(178)
第三节 供应链管理的新发展 .....	(185)
第十章 生产计划与控制 .....	(193)
第一节 概述 .....	(193)
第二节 产品开发与设计 .....	(197)
第三节 生产过程的规划 .....	(199)
第四节 需求分析和生产计划 .....	(204)
第五节 生产过程控制 .....	(209)
第十一章 先进制造系统 .....	(212)
第一节 先进制造系统概论 .....	(213)
第二节 先进制造模式 .....	(218)
第三节 先进设计技术 .....	(219)
第四节 先进制造装备及技术 .....	(222)
第五节 先进制造工艺技术 .....	(227)
第十二章 质量分析与改进 .....	(236)
第一节 质量分析活动 .....	(237)
第二节 质量改进 .....	(252)
第十三章 现场管理 .....	(266)
第一节 现场管理概述 .....	(267)
第二节 现场“5S”管理 .....	(271)
第三节 目视管理 .....	(276)
第四节 定置管理 .....	(280)
第十四章 工业工程师的职业发展 .....	(287)
第一节 工业工程师的相关理论 .....	(287)
第二节 就业形势分析 .....	(293)
第三节 职业生涯规划的具体方法 .....	(299)
参考文献 .....	(307)



# 第一章 绪论

本章作为绪论，主要向大家介绍工业工程的相关概念、学科体系及其在世界上的发展情况，最后介绍了现代工业工程的发展趋势。

## 第一节 工业工程概述

### 一、工业工程在工业发展中的地位

工业工程 (Industrial Engineering, IE) 20 世纪初产生于美国，在很多发达国家得到了广泛的传播和应用，并在其工业化过程中发挥了重要作用。工业工程作为一门能够全面提高企业效率，使生产系统获得整体效益的有效技术，适用于企业所有的生产领域。近年来，随着科学技术和社会生产力水平的进一步发展，工业工程也逐渐扩展其应用范围，表现出旺盛的适应力和生命力。工业工程是工程技术、经济管理与人文学科相交叉的一门工程技术，其宗旨是降低成本、提高质量、提高工作效率，追求系统的整体优化，广泛应用于制造业、建筑业、交通运输、航空航天、邮电、农场管理、旅游业、医院、银行、学校、军事乃至政府部门。工业工程是推动生产体系彻底变革，实现经济增长方式由粗放型向集约型转变的重要手段，对于我国的产业结构调整和优化升级有着极大的推动作用。因此，开展工业工程研究工作，进行工业工程教育，宣传和普及工业工程知识，在我国具有极其重要的现实意义。

现代工业工程已经发展成为一个跨学科的技术，作为一门学科，它曾发挥过不可磨灭的作用。所以，美国工业工程与质量管理专家 J. M. Juran 曾经讲过：“美国在世界上最值得夸耀的东西就是工业工程。美国有打赢第一次世界大战、第二次世界大战的能力就是因为美国有工业工程。”美国著名的工业工程院校——美国普渡大学工业工程学院认为：“由于现代工业与服务组织的复杂性和强调高的效率、效益和劳动生产率，（企业和其他组织）对工业工程的分析与设计需求增多，对工业工程人才与研究人员需求量增加。这种增长的需求，从客观上讲承认了现代工业工程师应具有对急剧变化的社会挑战的应变能力和职责。”现在，工业工程成为与机械工程、建筑（材）工程、电器工程和化学工程齐名的美国五大工程之一，如图 1-1 所示。

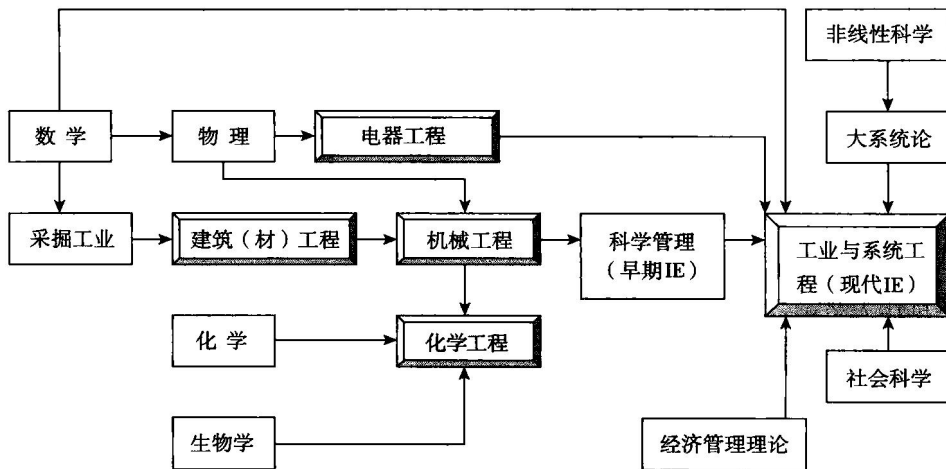


图 1-1 美国的五大工程学科

工业工程在发达国家受到了工业界的普遍重视，其原因是工业工程直接面向企业的生产运作过程；它与数学、人因学、经济管理、各种工程技术有着密切的关系，以系统工程为哲理，以运筹学等数学方法为理论基础，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。工业工程是唯一的以系统效率和效益为目标的工程技术，因此成为其他工程所不能替代，同时又跟其他工程具有很强互补性的一门综合性边缘学科。

如同任何一门工程技术一样，工业工程也有其代表性成果，如在生产系统领域，一直主导工业发展的“生产模式”。工业工程最早期的成果就是“福特生产方式”，它以大规模的流水生产方式来提高生产效率、降低劳动成本，这一生产模式主导了长达半个世纪的工业进程。随着市场和技术的发展，以及人们对工业发展的长期实践、认识与研究，在近三十年里，各种先进的生产模式层出不穷，如对日本汽车工业发展乃至全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, LP），具有美国信息时代生产制造特征的敏捷制造方式（Agile Manufacturing, AM），以及现在人们谈论很多的大规模定制生产方式（Mass Customization, MC）等。每一种生产方式，都极大地影响着整个企业的运作，并通过改善企业的业务流程，改变和发展了企业的经营方式，从而推动了全人类近半个世纪的高速发展。

## 二、工业工程的定义

在工业工程形成和发展的过程中，不同时期、不同国家的学术机构和学者对其下过许多定义。尽管工业工程有许多不同的定义方式，但基本内涵是一致的。随着科学技术的发展，工业工程的内容也不断充实和丰富。因此，不同时期的工业工程定义反映了科技进步的时代特征。下面介绍几个比较具有代表性的定义。





### （一）美国工业工程师协会的定义

美国最具权威性的学术组织——美国工业工程师协会（American Institute of Industrial Engineers, AIIE）在1955年作了如下描述：工业工程是研究人、物料、设备、能源和信息组成的综合系统的设计、改善和设置的工程技术，它应用数学、物理学等自然科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和方法来确定、预测和评价由该系统可得到的结果。

根据这一定义，工业工程是一门集自然科学、社会科学、工程学和管理学等学科的综合、交叉型科学。这个定义也是最权威和被广泛接受的定义。美国国家标准学会（American National Standards Institute, ANSI）1972年出版的美国国家标准 Z94，《工业工程术语》（*Industrial Engineering Terminology*, IET）中采用了该定义。

### （二）日本工业工程协会的定义

在日本，工业工程被称为“经营工学”或者“经营管理”，被认为是一门管理技术，它以一门工程专业为基础，如机械工程、电子工程、化学工程、建筑（材）工程等，其中最基础的应是机械工程，机械、电子和信息是必须学习和掌握的知识。因此，日本工业工程协会对工业工程的定义是：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、改革和设置，为了对这一系统的成果进行确定、预测和评价，在利用数学、自然科学、人文科学中特定知识的同时，采用工程技术的分析和综合的原理及方法。显然，这个定义和美国工业工程师协会的定义内容基本相同，只作了表述方式上的很小修改。

### （三）中国工业工程在线对工业工程的定义

工业工程是以人、物料、设备、能源和信息组成的集成系统为主要研究对象，综合应用工程技术、管理科学和社会科学的理论与方法等知识，对其进行规划、设计、管理、改进和创新等活动，使其达到降低成本，提高质量和效益的目的。

### （四）20世纪70年代的工业工程定义

由于系统工程（System Engineering, SE）的发展和应用，20世纪70年代有学者从现代工业工程的系统性和功能特征的角度将工业工程定义为：工业工程是综合运用工业专门知识和系统工程的原理与方法，为把人、物料、设备、技术和信息组成更有效和更富有生产力的系统而从事的规划、设计、评价和革新活动，同时为科学管理提供决策依据。

从上述不同的工业工程定义可以看出，它们只是在表述方式上有差别，而基本精神是一致的。为此，我们给出本书的定义：工业工程是一门以生产或服务系统为研究对象，综合运用自然科学、工程技术、管理科学和社会科学等方面的知识，对系统各种资源之间的协调与有效利用进行研究、设计和改善的工程技术，其目的在于使系统高效率运行，降低成本，提高质量和效益，最终提高企业综合竞争力。

所有人类直接和间接参与的活动，只要有动作出现的，都可应用工业工程的原理，以及工业工程的一套系统化的技术，经由最佳操作而实现。如工业工程中的动作连贯性分析（Operation Sequence），由于人类的任何一种动作都有连贯性，因此把各动作经仔细分析，分成一个个微细单元，删掉不必要的动作，合并可连接的动作，就可达到工作简化、动作经济、省时省工的目的。



### 三、工业工程的任务、目标及职能

《美国大百科全书》(1982年版)对工业工程的解释明确地说明了工业工程的任务和目标:工业工程是对一个组织中人、物料和设备的使用及其成本等作详细的分析研究。完成这种工作的人叫工业工程师,目的是使系统能够提高生产率、增加企业利润和效益。

美国著名的工业工程专家希克斯(Philip E. Hickes)博士指出:“工业工程的目标就是设计一个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,并且这种生产必须在保证工人和最终用户的健康和安全的条件下进行”。

由此可见,工业工程的任务是采用各种科学与工程的方法,以尽可能少的投入,力求取得尽可能大的产出,即不断地寻求更好的系统,也就是实现系统的可持续改善。该改善是一个无止境的循环过程,从而使得系统能够更有效地运行。

工业工程的目标是提高生产率(Productivity),即提高产出与投入的比率。包括降低成本、提高劳动生产率、材料生产率等,改善生产环境、劳动条件、保证产品质量和交货期等方面的综合指标。

综上所述,可以看出工业工程是一门综合性技术,它的主要特征如下:

- 研究对象是各种系统(如制造企业、服务性组织、生产线、车间等);
- 任务是对系统进行控制方法的设计、改善和实施;
- 目标是把各种生产要素(人、物料、能源、信息、资金、技术等)组成有机的统一体(生产系统),并实现优化,不断提高生产效率和整体效益;
- 内容和方法是以运筹学和系统工程为理论基础,综合地运用自然科学、社会科学(含人文和经济学),工程技术和管理等方面的知识和技术,还要采用工程分析和设计方法,进行规划、设计、评价和革新活动。

工业工程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有更高的生产率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,如图1-2所示。

#### (一) 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)实施计划的制订。规划是协调“营利”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,它的制订是一项工程。工业工程从事的规划侧重于技术发展规划。

#### (二) 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。工业工程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。工业工程设计具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,但工业工

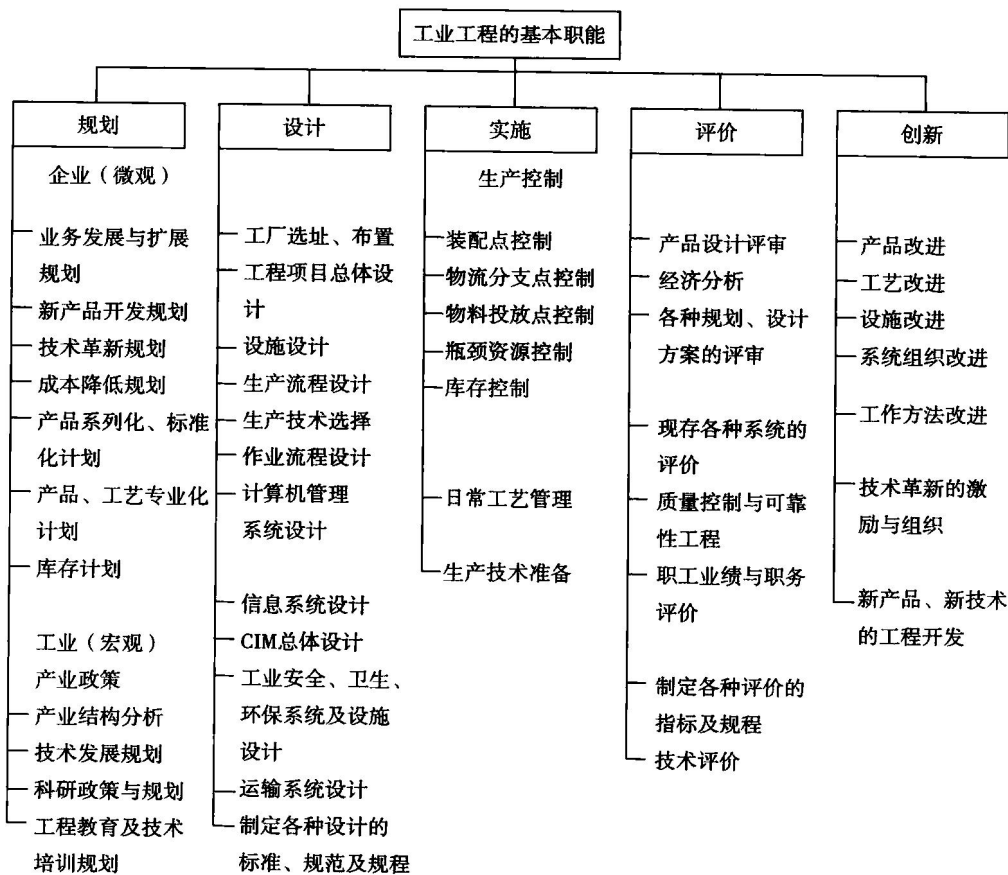


图 1-2 工业工程的基本职能及其典型内容

程的设计也常常是管理中资源分配和日常作业的依据。

### (三) 实施

实施是对具体方案与项目进行的实施。它包括各种生产技术准备工作，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；日常的工艺管理、生产控制，如生产调度、生产进度控制、生产统计核算等。

### (四) 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做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。

### (五) 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，不论其作为一种产品、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。工业工程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。

#### 四、工业工程意识

“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。所谓工业工程意识就是工业工程实践的产物，是对工业工程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：

##### （一）成本和效率意识

工业工程追求最佳整体效益（即以提高总生产率为目标），故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。

##### （二）问题和改革意识

工业工程师有一个基本信念，即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。

##### （三）工作简化和标准化意识

工业工程产生以来，推行工作简化（Simplification）、专门化（Specialization）和标准化（Standardization），即所谓的“3S”，对降低成本、提高效率起到了重要作用。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，是工业工程的重要手法。在不断改善的同时，更新标准，推动生产向更高水平发展。

##### （四）全局和整体意识

现代工业工程追求系统整体优化，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。

##### （五）以人为本的意识

人是生产经营活动中最重要的一個要素，其他要素都要通过人的参与才能发挥作用。必须坚持以人为本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。

工业工程涉及知识范围很广，方法很多，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，掌握基本的方法与技术是必要的。但更重要的是掌握工业工程本质，树立工业工程意识，学会运用工业工程考察、分析和解决问题的思想方法，这样才能以不变（工业工程实质）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。只有这样才能使工业工程的应用取得理想的效果，有效地实现工业工程目标。



## 五、现代工业工程的学科体系

工业工程是将现代科学技术转化为现实生产力的技术。它采用系统化、专业化和科学化的思维方法，是工程技术和管理科学有机结合的交叉学科，其理论基础包括数学、运筹学、经济学、管理学、工程学、系统科学和行为科学。近年来，工业工程学科领域兼收并蓄了计算机科学、现代制造工程学等最新科学成果，发展成为包括多种现代科学知识的综合性学科，如图 1-3 所示。按照工业工程各种技术特点和功能划分，工业工程的支撑技术可分为三大类：设计与改善类、分析与决策类、控制类。

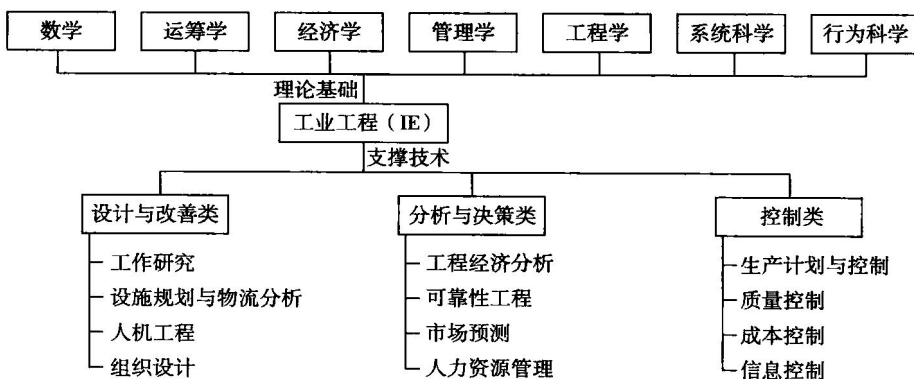


图 1-3 现代工业工程的学科体系

### (一) 设计与改善类

#### 1. 工作研究

它是工业工程的经典内容，包括方法研究和时间研究，是其他工业工程活动的基础，也称基础工业工程。方法研究的目的是要设计最好的作业方法，而时间研究的主要目的是制订标准的作业时间及各作业时间的标准。

#### 2. 设施规划与物流分析

解决生产与管理过程中空间组织和物料的过程控制与改善。它是工业工程实现系统整体优化，提高整体效益的关键环节。

#### 3. 人机工程

应用心理学、行为科学、工程技术的方法研究人与机器、环境的关系，研究劳动强度与人体疲劳程度，设计出最佳的人、机、环境系统，使生产效率得到提高与改善。

#### 4. 组织设计

组织设计主要是解决企业的组织与管理过程的设计与改善。

### (二) 分析与决策类

#### 1. 工程经济分析

研究工程项目、设备、产品投资的可行性分析，评价其合理性、经济性等，常采用投资回收期法、现值法、内部收益率法等，解决货币时间价值计算与比较，为决策



者提供依据。

#### 2. 可靠性工程

用于企业质量系统和生产系统可靠性分析，通过系统故障与诊断分析使系统维持有效运行。

#### 3. 市场预测

市场预测的方法一般可以分为定性预测和定量预测两大类。

定性预测是根据掌握的信息资料，凭借专家的个人和群体的经验和知识，运用一定的方法，对市场未来的趋势、规律、状态做出质的判断和描述。定性预测较为常用的有类推预测法、专家会议法、德尔菲法等，其核心都是专家依据个人的经验、智慧和能力进行判断。定量预测是依据市场历史和现在的统计数据资料，选择或建立合适的数学模型，分析研究其发展变化规律并对未来做出预测。包括因果预测、延伸预测和其他预测方法。

#### 4. 人力资源管理

人力资源管理主要解决人力资源的任用、工作评价及人事考核等，使任免、调职、晋升、培训等人事工作达到公平合理，调动员工的主动性和创造性，提高作业效率和工作效率，取得技术进步和良好的经济效益。

### (三) 控制类

#### 1. 生产计划与控制

生产计划与控制主要研究生产过程和资源的组织、计划、调度和控制，是保证整个生产系统有效运行的核心。

#### 2. 质量控制

根据质量目标，运用全过程管理的质量控制技术，使用各种调节手段，实现以预防为主，使生产过程处于稳定状态，确保提高产品质量。

#### 3. 成本控制

在企业生产经营全过程中，运用包括成本会计等的各种方法对影响产品成本的各种因素加以制约，随时调整实际的耗费与计划耗费之间的偏差，杜绝生产经营过程中的损失和浪费现象，将实际成本控制在计划成本范围内，达到以最少的消耗取得最大经济效果的目的。

#### 4. 信息控制

信息控制是指为实现设计系统运行而进行管理信息系统的控制，该系统是一个为企业经营、管理和决策提供信息支持的计算机综合系统，包括应用计算机硬件和软件、操作程序、分析模型和数据库等。它是工业工程应用的重要基础和手段。

上述三大类技术并不是独立的，而是互相关联的，其功能也有一定的交叉。如质量也需要做设计，组织过程也需要控制等，这些基本方法为管理与生产系统提供了改善与创新的支持。



## 第二节 工业工程的发展史

严格地说,很难界定工业工程作为一种工业化应用技术是在何时开始的。工业工程的思想可以追溯至工业革命时期,18世纪中叶,蒸汽机的出现和机器制造业的进步,先后使英国和美国的工业产生了革命性的变革。1776年,经济学之父亚当·斯密在其划时代的经济学巨著《国富论》(全名《国民财富的性质和原因的研究》)中首次提出了劳动分工的概念,这也许是关于工业工程最早的思想萌芽。工业工程这一名词是葛恩(J. Gunn)于1901年开始使用的,而成为一门学科却形成于19世纪末、20世纪初美国泰勒等人的科学管理运动。1908年,根据泰勒等人的建议,美国宾夕法尼亚理工学院建立了世界上第一个工业工程系,标志着工业工程学科的正式诞生。美国是工业工程学科思想和理论的发源地,伴随着工业化发展的进程,这门学科也在逐步走向成熟。大体上,我们将泰勒时代的工业工程称为传统工业工程或者经典工业工程(Traditional or Classical IE),第二次世界大战后发展起来的工业工程被称为现代工业工程(Modern IE)。传统工业工程通过时间研究、动作研究、工厂布局、物料搬运、生产计划和日程安排以提高劳动生产率。其内容是一个个孤立而分散的理论、方法和技术,只能处理工厂中单个工位、车间或生产线等较小系统的问题,而对多系统的复杂组合研究较少。传统不是过时,传统工业工程方法和技术是工业工程的研究和进一步发展的基础。传统工业工程理论不断注入工程技术及相关学科的新内容而逐渐演化成现代工业工程,现代工业工程以运筹学和系统工程学为基础,以计算机技术为先进手段,兼容并蓄了诸多新学科和高新技术。

### 一、工业工程的发展史

#### 1. 工业工程的萌芽期:从产业革命到19世纪末

产业革命以后,社会生产力获得快速发展,在此背景下,美国的惠特尼首先于18世纪中叶提出了“零件互换性”概念,规定了各零件的公差,促进了零件可以互换的性质。这种方式奠定了合理化、专业化、机械化、简单化及标准化的基础,使工业生产能够向着大规模的生产方向发展。对工业工程先驱者产生直接影响的是英国剑桥大学教授C. W. Babbage于1832年发表的《论机器和创造业的经济》一书,该书论述了专业分工、工作方法、机器与工具的使用、成本管理等。他对工业工程的另一个重要贡献是试图制造出一种他称之为“分析计算的机器”——计算机,而一百年后这一理想才得以实现。随后,美国的普尔为铁路公司等大型企业提出了一些诸如组织化、通信联系和情报资料的管理原则。这些都为生产的标准化、专业化和管理的科学化奠定了基础,并孕育了工业工程的思想。

#### 2. 工业工程的成长期:从20世纪初到第一次世界大战

20世纪初,“科学管理之父”泰勒创立了科学管理的基本理论,之后经过吉尔布雷斯夫妇等人的进一步发展,逐步形成了以劳动分工、专业化生产、时间研究、动作研究和标准化为主要内容的科学管理理论体系。1917年美国工业工程师协会成立,工



厂也出现了专门从事工业工程的职业。此后有人主张把当时从事动作研究、时间研究等提高劳动生产率的各种研究工作，从管理职能中分离出来，由懂得工程技术的人员去进行，逐步形成了一批将工程技术和和管理相结合的工业工程师。

这一时期的特点：一是生产的机械化程度不高，还存在着大量的手工劳动，因而提高工人的劳动效率就成为当时最重要的研究课题。研究的主题就集中在人的问题，而人的问题就被看做是管理。二是当时所谓的管理科学原理主要产生于经验的总结，还缺少科学试验和定量分析，各项工作没有形成独立于管理的工程意识和实践。但是这种总结毕竟把零散的、先进的经验归纳起来，形成比较有系统的学科体系，不仅对当时工业界的管理产生过有益的效果，而且也对后来的工业工程发展产生了深远的影响。下面重点介绍一下泰勒科学管理的主要内容。

1911年，泰勒的《科学管理原理》问世，集中体现了泰勒科学管理的基本观点。书中泰勒结合铁块搬运、铁锹铲矿石等一系列生产试验，提出了动作研究和时间研究的重要理论，这些理论后来成为工业工程研究的基本核心内容。泰勒认为，科学管理的实施需要四个基本要素，一是所有工具和操作条件的完善以及标准化，二是对操作工人的精心选拔和培训，三是对工人的奖励制度要有利于提高生产效率，四是管理者与工人的协同作业，主要是管理者对工人作业动作和时间进行研究，以确定最合理的工作任务方法和工作量，对工人进行培训使其熟练运用。这几个要素按照以下方法有机融合，首先在科学试验的基础上制定出所谓的标准化操作方法、工具、机器、材料以及作业环境，然后根据这一标准化体系对全体工人进行训练，再制定出较高的工作定额，对工人实施有差别的、带有激励性质的计件工资制。这一过程体现的标准化、劳动定额等方法被广泛利用，极大提高了这一时期的劳动生产率。然而他所倡导的管理者与工人的合作是建立在机械指挥的基础上的，忽视了工人作为人的因素，更多地是把工人当做劳动工具来对待，遭到了强烈的反对。

同时做出卓越贡献的还有美国的吉尔布雷斯夫妇，他们主要从事动作研究和工作流程研究，主张重视每一细微动作，认为极细微动作的不当和成千上万次的重复所造成的浪费是惊人的。他们把人的动作划分为17个基本要素，这些至今仍然是进行动作分析的标准。他们更加强调工作中人的因素，认为在应用科学原理时，必须首先看到人，并了解其性格的需要，这对后来的行为科学发展有着重要影响。他们指出，工业工程区别于其他工程学科的唯一特点是对工人的价值、作用以及人对工作和环境反应的重视。此外，他们在技能研究、疲劳研究及时间研究等方面的成就也对工业工程的发展产生了重要影响。

在同一时期，甘特提出了一种日平衡图，主要通过对工作任务的计划完成时间和实际完成进度进行对比，显示作业计划执行情况，以有效地监督和管理作业的整个过程，这就是现在仍被普遍运用的“甘特图”。1913年福特汽车厂发明的移动装配线，1917年哈里思(Harris F. W.)完成的“应用经济批量控制库存量”的理论研究成果等，都丰富了工业工程的发展。

### 3. 工业工程的成熟期：从20世纪20年代到20世纪50年代

这一时期是心理学、社会学、数学和统计学等理论在工业工程中得到综合运用的





重要阶段。1924年休哈特著有《统计质量管理》一书，根据统计学的抽样理论提出一种统计的质量管理方法，即MTM法，并开始在生产上运用，以解决质量控制问题。第二次世界大战期间及其后一段时间，MTM法逐步被普遍采用。由于战争的需要，这一时期运筹学也得到了很大程度的发展，专家们运用运筹学为战役决策提供可行性方案。第二次世界大战后，根据经济建设和工业生产发展的需要，工业工程相关原理与运筹学得以结合，为学科提供了更为科学的方法基础，使其技术内容得到了极大的丰富和发展，为工业工程解决越来越多也越大的管理和生产系统的规划、设计、改造、创新提供了有效的技术手段和方法。许多军工企业转为民用，流水线和批量生产模式的推广迅速促进了生产力的发展，生产系统本身也朝着规模扩大化和结构复杂化的方向发展，由此促进了工业工程等管理理论的迅速发展。50年代开始，工业工程从以经验为主的定性研究向以定量为主的精确研究逐步过渡和完善，应用领域也扩展到企业的整体改善，包括工厂设计、物料搬运、人机工程、生产计划、储存控制、质量控制等多个环节。同时期，许多大学也相继设立工业工程系，培养各种学位的工业工程人才。另外，计算机的广泛运用也为工业工程提供了有效可行的技术手段。1948年美国工业工程师协会成立，后来又发展成为国际性的学术组织，并在1955年第一次正式给出了工业工程的定义。从此以后，工业工程便建成了较为完整的学科体系，发展成为一门正规的学科。

#### 4. 工业工程的革新期：20世纪50年代以后

第二次世界大战结束至今，工业工程进入革新发展阶段。这一时期，工业工程学科融合了诸多学科的发展成果，取得了长足的进步。20世纪50年代和60年代，系统科学(System Science, SS)也有了长足的发展。一种承袭了系统科学的科学思想和包含自然科学、社会科学知识的，并声称也以运筹学(OR)为理论基础但很注重工程应用的系统工程(SE)脱颖而出，受到人们广泛的重视。许多工业工程学者认为，系统工程重视系统哲学思想的培养和系统分析方法的训练，又包含有较丰富的自然科学和社会科学的知识，正是工业工程所需要的一种“统帅”学科，可以把系统工程的方法论、运筹学的数理分析、系统的传统技术与工业专门知识有机地结合起来，形成一个比较完备的学术体系。这样就使工业工程既可对小至一个劳动岗位进行分析，也可对整个生产线、整个企业，大至整个工业系统进行分析和设计，正像机械工程作为一门完整体系的学科一样，既可以设计一个小零件，也可以设计一整套机器系统，但这些分析和设计都要在一定的整体系统思想指导下进行。从70年代开始，系统工程的原理和方法应用于工业工程，使这门系统、综合研究生产组织提高生产率的技术有了更加充实的理论依据。工业工程与系统工程结合后最主要的特点是：从系统整体优化出发研究各生产要素和其在系统中的相互关系，强调各种方法运用的综合性；广泛运用系统分析和模拟，如决策理论、信息系统、系统设计、优化理论等方法；产生了全面质量管理(TQC)、物料需求计划(MRP)、制造资源规划(MRP II)、准时化生产(JIT)等一系列现代工业工程新方法。

到了21世纪，工业工程还在不断吸收现代科学技术成就，继续充实自身，正如工业工程师的理念“*There is always a better way*”，工业工程本身也用这一理念改进和发展