

实用工业工程

沈阳市工业工程学会 编

INDUSTRIAL ENGINEERING

Industrial

Engineering

Industrial
Engineering



NEUPRESS
东北大学出版社

《实用工业工程》编委会

主任 杨国栋

副主任 周知承 杨学涵 李 洪

委员 (按姓氏笔划为序)

于大光 王新华 王墨春 史 青 朱 丰 邢振刚
张尔英 李光久 李 洪 佟兆林 杨国栋 杨学涵
周知承 周德久 胡宝权 赵谦仁 袁兆远 蒋恩尧
翟金生

前 言

工业工程(Industrial Engineering, 简称IE)是技术与管理有机结合的应用工程学科。它是综合运用现代科学技术和系统工程的思想与方法,为把人、物料、设备、技术、能源和信息等组成一个有效的运行系统,进行最优化的规划、设计、改进、创新与评价的工程管理技术。它以生产系统为研究对象,目的是追求高效率、高质量、低成本和提高整体效益,为管理提供科学依据。

工业工程起源于美国,发展至今已有近百年的历史,应用领域不断扩大。工业发达国家高度重视研究、应用和发展工业工程,是它们走过的成功之路,也是一切要建立现代化工业国家、企业要兴旺发达的必由之路。

我国自改革开放以来,引进了许多现代化管理方法,其中也包括有工业工程内容,有些企业应用了某些技术,获得了明显效果。为推动我国工业工程的应用,中国机械工程学会于1990年成立了工业工程研究会,一些省市也成立了有关学会,辽宁省和沈阳市工业工程学会于1991年相继成立,为推广工业工程发挥了重要作用。

实践证明在我国推广工业工程,对改变企业生产效率低、产品质量差、消耗大、成本高、经济效益差、管理落后的局面;提高企业的经济效益、实现企业的整体优化、促进企业不断进步、提高企业管理水平、振兴和发展我国工业具有重要的现实意义和深远的战略意义。

当前,国务院已发布全民所有制工业企业转换经营机制条例,不久我国将恢复加入国际关贸总协定,企业将被迅速推向国内和国际的两个大市场,作为自主经营发展的企业,必将主要通过加强自身的经营管理去适应瞬息万变的外部环境,这为工业工程的普及和应用提供了极好的社会环境。

许多企业迫切需要了解工业工程的内容,为了解决广大的企业管理人员和工程技术人员学习的急需,沈阳市工业工程学会组织企业、研究部门和高等院校等有关方面的专家编写了这本书。工业工程内容广泛,在选择内容上既注意涉及到工业工程主要领域,又考虑当前企业应用的可能和需要。书中有所侧重地介绍了工业工程的基本原理、原则、知识和方法。在编写时注意到科学性、知识性,以及在企业管理、生产、工艺和设计等方面的实用性。本书可供广大企业管理人员、工程技术人员和领导者学习使用。

本书由周知承、杨学涵、李书正、靳志宏、陆宏达、龙天才、蒋恩尧、刘凤英、邢振刚、李洪、王巧云、王墨春、李倩、周德久、郑秀英、宋介、尚德辉、万明、郭伏、李光久、王新华、朱丰、于大光编写,由周知承、杨学涵、李洪负责总编。

本书在编写过程中,承蒙中国机械工程学会工业工程分会、辽宁省工业工程学会、沈阳市机械工程学会、沈阳第三机床厂、辽宁省标准情报研究所等单位给予热情地支持和指导,在此表示诚挚的谢意。在编写过程中参阅了大量书刊及文献资料,在此一并向给予我们帮助的同行人表示衷心地感谢。

本书的体系和内容仅是尝试,很不成熟,由于编者水平所限,不当之处,敬请批评指正。

编 者 1992年7月

目 录

前 言

第一章 工业工程概论

- 第一节 工业工程及其特征..... (1)
- 第二节 工业工程的发展..... (2)
- 第三节 工业工程人员及机构..... (8)
- 第四节 推广工业工程的意义..... (12)

第二章 方法研究

- 第一节 方法研究概述..... (23)
- 第二节 工序分析..... (26)
- 第三节 作业分析..... (40)
- 第四节 动作分析..... (50)
- 第五节 作业标准化..... (61)

第三章 作业测定

- 第一节 作业测定概述..... (64)
- 第二节 时间分析..... (65)
- 第三节 连续观测法..... (70)
- 第四节 瞬间观测法..... (73)
- 第五节 标准时间..... (80)
- 第六节 模特法..... (88)
- 第七节 标准资料法..... (96)
- 第八节 熟练曲线..... (99)

第四章 工效学

- 第一节 工效学概述.....(105)
- 第二节 作业效能.....(107)
- 第三节 人机系统及设备设计.....(114)
- 第四节 作业场所设计.....(118)
- 第五节 作业环境设计.....(123)

第五章 人力资源管理

- 第一节 人力资源管理概述.....(133)
- 第二节 人员选用及培训.....(134)
- 第三节 工作绩效评价.....(136)
- 第四节 职务评价.....(141)

第六章 设施规划与设计

- 第一节 概 述.....(152)

第二节	工厂平面布置	(153)
第三节	车间平面布置	(157)
第四节	物料搬运系统	(167)
第五节	定置管理	(174)
第七章 生产计划与控制		
第一节	生产计划与控制概述	(192)
第二节	生产计划	(199)
第三节	生产作业计划	(206)
第四节	生产作业控制	(219)
第五节	设备管理与控制	(224)
第八章 物料与库存控制		
第一节	物流与物料管理	(233)
第二节	材料需求计划	(236)
第三节	物资采购计划	(243)
第四节	库存计划与控制	(250)
第九章 质量控制与可靠性		
第一节	质量控制	(256)
第二节	工序质量控制	(261)
第三节	可靠性及其指标	(266)
第四节	可靠性设计与试验	(270)
第五节	可靠性管理	(273)
第十章 工程经济		
第一节	工程经济概述	(278)
第二节	成本及其控制	(280)
第三节	盈亏分析	(287)
第四节	方案评价	(294)
第五节	价值工程	(301)
第六节	经济效益的评价	(306)
第十一章 工业工程的应用		
第一节	组织培训与确定初步计划	(312)
第二节	问题的发掘与诊断	(315)
第三节	调查研究、确定新方案	(317)
第四节	应用实例	(317)
参考文献		(329)

第一章 工业工程概论

第一节 工业工程及其特征

一、工业工程定义

工业工程 (Industrial Engineering, 简称 IE) 是一门应用学科, 主要用于企业生产经营管理, 也可以说是一门管理技术。在国外企业中应用非常普遍。近些年来, 我国一些企业应用工业工程某些技法已获得明显效果, 引起了人们的极大关注。这门学科自本世纪初诞生以来, 发展迅速, 内容广泛, 且具有动态特性, 与很多学科有密切关系。因此, 不同国家、不同时期、不同学术团体和专家, 对工业工程的认识和理解也不尽相同, 其定义也略有差异。如美国机械工程师学会 (ASME) 管理分会于1943年提出的定义: “工业工程是, 在规定的时间内, 为了以最佳成本实现所期望的量和质的产品生产, 将人、物料、设备组合起来加以利用的技术和科学。” 这一定义提出了工业工程的目的、方法和工程学特点。此后, 美国工业工程师学会 (AIIE) 于1955年提出如下定义: “工业工程是对有关人、物料、设备等组成的整体系统进行设计、改进和实施的一门学科。它运用数学、物理学和社会科学的专门知识和技能, 并且应用工程分析和设计的原理和方法, 对上述系统可能获得的成果进行阐述、预测和评估。” 这个定义不仅提出了工业工程的目的、方法和工程学特点, 还特别强调了研究对象是一个整体系统。

后来美国工业工程师学会将上述定义略加补充, 在“设备”之后, 增加了“能源、信息”二词。目前, 国内外文献中引用较多的是美国工业工程师学会的定义, 可以看作是较通用的工业工程定义。简而言之, 所谓工业工程, 可以说是通过设计、改进和实施由人、物料、设备、能源、信息组成的整体系统来提高生产率的一门工程学。所谓“设计”, 是指拟定出一种新的系统; “改进”是指将现有系统改进为更完善的系统; 而“实施”是指把设计或改进的系统引入应用, 使其发挥预期的作用。

二、工业工程的特征

从工业工程定义可以看出这门学科具有以下几方面基本特征。

1. 工业工程的目标是提高生产率

生产率的含义是产出与投入之比。只有增加产出的附加值, 减少相应投入的人力、物料、设备、能源等数量, 才能提高生产率。应用工业工程技术, 可以有效利用生产资源, 降低成本, 提高质量, 提高效率, 从而使企业获得效益。

2. 工业工程的对象是整体系统

工业工程的任务是通过分析、预测和评价, 对一个整体系统进行设计、改进和实施。尽管它所涉及的系统是由人员、物料、设备等要素组成, 然而工业工程并不是孤立地分别对个别要素进行优化, 而是把多种要素综合起来进行研究。它也不像机械工程、冶金工

程等其他工程学那样，只研究其某个专业的局部，与其相比，工业工程的研究对象综合性、系统性很强。

3. 工业工程的手段是测定、分析和实验

测定、分析和实验是一般工程学不可少的研究手段，工业工程属于工程学范畴，因此也不例外。在进行研究时，要对系统各个组成部分，以及工作各个阶段进行分析、测定，掌握定量的信息资料，有时也要进行模拟和实验，以便科学地对成果进行阐述、预测和评价。因此，应用工业工程就是用工程学手段来解决企业管理问题，提高经营管理水平。

4. 工业工程的专业知识涉及学科广泛

其他工程学一般都立足于数学和自然科学，涉及其他学科不多，专业面较窄，追求研究深度。而工业工程不仅需要数学和自然科学知识，还需要经济管理科学、社会科学和人类科学等许多学科的知识。对某些相关学科知识需要的不是深度，而是广度，在应用上是多种学科知识的综合和交叉。

从上述工业工程的特征中，可以看到它具有一般工程学科的特征，但又有区别于其他工程学科的特殊性。因此，工业工程是一门有别于其他专业的工程学科，是研究工业系统管理的工程学科。工业工程研究的是工业企业共性的内容，它的应用具有更广泛、更普遍的意义。

第二节 工业工程的发展

一、工业工程的创立

早期工业工程思想可以追溯到工业革命时期。18世纪中叶，随着机器制造的进步和蒸汽机的出现，先使英国工业产生了革命，随后又使美国工业也起了革命性的变革。由于工厂工业逐渐取代了家庭工业，工厂规模随之扩大，技术工艺变得复杂，人力、资源和资金趋向集中使用，工厂经营上所遇到的问题，就是如何将投入生产的人力、物料、资金及设备等有效的管理和运用。

在工业革命开始不久，英国经济学家亚当·斯密（Adam.Smith）于1776年发表了《国富论》一书，书中第一次提出关于“劳动分工”的经济性，强调提高劳动生产率大部分要依靠劳动分工和对工人支付的报酬。1832年，英国的巴比奇（C.Babbage）发表了《关于机器制造业的经济效益》一书，他发展了亚当·斯密的劳动分工理论，提出制造业专业化生产的主张，并提出按专业技能分配报酬的思想，他认为这样会收到降低产品成本的效果。同时，也重视研究加工时间的节约问题。1886年，美国的汤恩（H.R. Towne）在美国机械工程师协会上发表了《作为经济人的工程师》的论著，他主张工厂管理与工程技术应当并重，他认为工厂管理问题几乎影响企业经营的成败。并且比较详尽地分析了影响企业经济效益的各个方面的因素。总之，工业革命开始后的一百多年间，许多工业工程的先驱者，围绕着如何能提高劳动生产率和如何激励作业者使其乐于采用改进的作业方法等问题，进行了大量的研究和探索，对于后来创立工业工程具有启发孕育的影响。

工业工程起源于美国。本世纪初，美国的泰勒（F.W.Taylor）创立的“科学管理”被认为是工业工程的开端。在美国现代管理史上，泰勒被称为“科学管理之父”，也被称为“工业工程创始人”。从他的经历看，他曾做过工厂的工人、车间主任和总工程师，他熟知工厂情况，并有实践经验，因此，他是从最基层现场开始，从下而上地着手研究改进管理问题。他将毕生的思想和经验总结写成《科学管理原理》一书，于1911年发表。他对工业工程的主要贡献包括：（1）应用观测和实验方法，对作业者和设备进行时间研究，提出制定作业标准和标准时间的方法体系；（2）实施作业、管理和计划的标准化，建立为提高效率服务的管理程序和组织体系；（3）建立人员选拔和训练制度，为提高作业者效率创造条件；（4）实行计件工资制，对完成任务者实行奖励等。用今天的标准衡量，泰勒的研究还是初步的，但是从当时的技术和管理水平来看，对于改变经验管理方式和提高生产率，他的理论确有明显的作用。与泰勒同时代的另一位美国人吉尔布雷斯（F.B.Gilbreth），他对操作方法的研究深感兴趣。创立了与提高效率密切相关的动作研究技术，即对从事生产作业的操作动作进行科学分析，确定基本的动作要素，建立有效而省力的操作程序和动作原则。他所创立的内容成为科学管理的组成部分，不仅可用于提高生产率，而且对工人的健康和安作出了贡献。泰勒和吉尔布雷斯等人为工业工程的产生和发展奠定了基础。他们建立的理论和方法为当时美国产业界带来的效益和影响引起了社会的极大关注。那时很多企业的实际工作者热心地研究和推行这些管理技术，他们大多是工业企业中的工程师，被称之为工业工程师，这大概是后来“工业工程”名称的由来。

二、工业工程的发展

一般认为，工业工程大约开始于本世纪20年代前后，发展至今大体可分为两个阶段。第一阶段从20年代至50年代，是工业工程创立后基础工业工程内容不断发展及应用时期；第二阶段从50年代至今，是基础工业工程与运筹学等数量方法及系统工程相结合发展时期。

1. 20年代至50年代的发展

20年代初，工业工程创立不久，影响还很有限。一些企业的工程师和经营者，一边学习泰勒的科学管理原理，一边在工厂大胆实践，当时在美国成立的一些学术组织积极地支持工业工程师们的革新和试验，对于工业工程初期的发展起到了重要作用。这些学术组织是1922年为推广科学管理与工业工程而成立的，包括美国机械工程师学会管理分会，工业工程师学会，泰勒学会，以及国家人事学会。1934年泰勒学会和工业工程师学会合并为管理进步学会，仍以推动工业工程应用及发展为宗旨。

1930年，美国及世界各国遇到空前的经济衰退，美国工商业界为求得生存，大力提高生产率，于是为工业工程的应用和发展创造了良好的环境。

1931年，美国贝尔电话实验室的休哈特（W.Shewhart）出版了《制造工业产品质量的经济控制》一书，介绍了生产过程的关键工序抽样检查控制质量的方法。从此，不需要百分之百的检查，就能了解整批产品的质量。后来许多学者进一步发展休哈特当初提出的概念。正确的质量控制是制造系统设计和分析中重要组成部分。后来，有关质量

管理概念，被扩展应用于其它领域，如控制图表已在库存控制、市场分析与控制，以及财务管理中得到应用。

1924~1932年，由梅奥(D.E. Mayo)等人在美国西方电器公司进行了有名的“霍桑实验”。开始的实验是以科学管理为依据，企图验证作业条件对作业者生产效率的影响关系。但后来通过多次不屈不挠的实验，提出了对管理有重要影响的人际关系理论，为行为科学引入管理领域奠定了基础。

1932年，莫根森(A. Mogesen)提出“工作简化”方法，其内容是通过训练，使现场作业者掌握方法研究原理和分析步骤，成为能改进工作的人，不断提高效率。这种推行现场工业工程的方法在美国和其他国家的很多工厂获得成效，后来对第二次世界大战期间军工生产曾起过重大作用。

美国康奈尔大学，于1933年，授予从事动作研究的学者巴恩斯(R.M. Barnes)为美国第一个工业工程博士学位。巴恩斯继承并发展了吉尔布莱斯的成果，使动作研究内容成为50年代以前对工业工程有重要影响的一个原理。

1934年到1938年期间，美国的奎克(J.H. Quick)等人在大量研究基础上，提出“工作因素法”(即WF法)。1948年，梅纳德(H. B. Magnard)等人经过研究开发了“方法时间法”(即MTM法)。以上两个方法为预定时间标准法(即PTS法)奠定了基础，在美国和世界各国的工厂制定标准时间方面起着重大作用。

1948年，美国工业工程师学会(AIIE)在俄亥俄州哥伦布市成立，工业工程开始有了学术中心。现在它的总部设在乔治亚州，其会员遍布世界各国，成为一个世界性的组织。50年代前后，以美国工业工程师学会成立为契机，工业工程的活动发生了重大的变化。

2. 50年代至今的发展

50年代，是工业工程向数量方法转变最活跃的年代。二次大战以后，各国经济都在迅速恢复和发展，出于发展经济的需要，一些国家逐渐公开了战时属于保密的资料，其中特别是运筹学应用技术，对工业工程发展具有重大意义。战争期间，运筹学为军事行动的决策者提供多种可供选择的方案以及可能出现的后果而得到重视和发展。战后工业工程师很快发现战争中的运筹学问题与制造和销售中的运筹学问题很相似。在诸多的产品和市场情况下，如何选择“最佳”方案等可以借助于运筹学。因此，运筹学的应用从此扩展到工业部门。

60年代，在应用运筹学的同时，还应用了其它数量化方法。采用适当的数学模型对一个系统进行阐述、设计和分析逐步为人们所接受。随着数学应用的发展，各种优化问题、不确定性概率问题、统计分析和预测等已在工业工程中得到应用。

与此同时，电子计算机的迅速发展和应用，对工业工程发展起到重要作用。主要表现在：(1) 由于大幅度提高运算的速度，使复杂的运算可以在短时间内完成；(2) 由于存贮、计算和比较功能能够同时实现，使其成为有效的分析手段；(3) 可以对系统的结构、形式和效能等进行试验，使对于较大系统进行研究成为可能。由于数学及运筹学方面的应用，以及电子计算机的出现，工业工程的发展才呈现一个新的飞跃。今天的工业工程在分析问题、设计新的系统时，有了许多比过去先进得多的工具。

在工业工程迅速发展过程中，由于涉及领域的广泛，势必变得比过去更加专门化，逐步形成许多分支。诸如质量控制、可靠性、价值分析、生产及库存控制、工程经济、工效学等，都是工业工程领域的重要组成部分。

从70年代起，由于系统概念和系统工程的应用，使工业工程又有了新的發展。在美国许多工业工程师认为，工业工程已经发展到工业与系统工程时期。工业工程与系统设计密切相关，特别是大型的工业企业，必须强调整个系统的优化。一些学者对工业工程概念提出如下的表述：工业工程是综合运用工程专业知识和系统的概念和方法，为把人力、物料、设备、技术和信息，组成更有效和更高生产率的综合系统，所从事的规划、设计、评价和创新的活动。可见重视系统工程是工业工程一个新的发展趋势，由于工业工程与系统工程的结合，使现代工业工程具有更广泛的功能。

从几十年来工业工程在美国的发展事实可见，工业工程的产生和发展，是大工业生产发展的必然，是人类控制和优化大规模工业活动所做的成功的探索，研究和应用工业工程也是一切工业化国家的必由之路。

工业工程的应用迅速推广到世界各国，由于各国的国情不同，应用的侧重点也不同。日本在引进、消化和应用工业工程方面做了大量工作，对发展日本经济实现管理现代化起到重要作用。从40年代末开始，日本就从美国引进先进技术装备，可是产品质量、生产效率和成本都远远落后于美国。从50年代开始，日本开始重视从美国引进工业工程，其中包括质量控制，并结合本国的传统特点加以消化和提高，很快大见成效。1958年日本成立了工业工程研究会，翌年发展成为工业工程学会。日本企业应用工业工程的特点是：（1）重视狭义工业工程应用，强化企业基础管理工作；（2）着眼于综合系统性，从投入、生产、产出各个环节全过程应用，追求质量、产量、时间、成本等目标的综合优化；（3）工业工程与质量控制相结合，应用的技法综合配套，不是搞“单打一”；（4）把握工业工程的精神，重视“服务”、“公平”和“尊重人的因素”，把开展工业工程与培育企业精神相结合；（5）融合国情和企业特点发展工业工程的新方法，如准时生产、看板管理、全面质量管理、全员设备维修制、巴克制、无缺陷运动、模特法等；（6）工业工程的手段现代化，如电子计算机、计测仪器和影视设备等广泛用于研究开发工业工程技术。除工业发达国家普遍重视应用工业工程，一些发展中国家在经济建设和管理工作中也非常重视引进和应用工业工程，其中经济发展较快的国家都受益于工业工程的应用。

三、工业工程的内容

工业工程是所有工程学领域中发展最快，内容覆盖最广、变化最大的一个学科，其基本内容按照发展阶段大体可分为两部分。50年代以前的工业工程内容，由于产生的时期相对较早，通常称为传统工业工程，也称为基础工业工程或狭义工业工程。50年代以来，工业工程内容发展迅速，在传统工业工程基础上，吸收了内容广泛的新的管理技术，发展成为现代工业工程，也称为广义工业工程。

传统工业工程的内容，重点是面向生产作业现场的管理技术。其主要领域有：（1）方法工程，包括工序分析、作业分析、动作分析等；（2）作业测定，包括时间分析、

工时利用分析、标准时间制定、预定时间标准法、标准资料法等；（3）工厂布置，包括工厂、车间和办公室的平面布置以及厂址选择等；（4）物料搬运，包括搬运分析与改进、搬运设备选择、仓库管理等；（5）质量控制；（6）生产计划管理；（7）人事、工资、职务评价和绩效评价等。

现代工业工程的内容，除包括传统工业工程内容外，还包括不断充实和发展的新内容。其中主要领域有：（1）生产规划与控制；（2）库存管理与控制；（3）物流系统分析与设计；（4）设施规划与设计；（5）运筹学与优化技术；（6）成本管理与控制；（7）工程经济；（8）数量方法与决策分析；（9）信息处理与系统设计；（10）人力资源评价和管理；（11）工效学与人的因素；（12）现代制造技术，包括成组技术、价值工程、计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）、柔性制造系统和单元（FMS、FMC）、计算机集成制造（CIMS）等。

从工业工程内容的演变过程，可见现代工业工程有以下几点发展趋向：

（1）属于传统工业工程的内容，仍然是现代工业工程领域中的重要内容。传统工业工程内容被认为是工业工程的基础，仍将得到重视和发展，并将赋予现代化的技术和手段。传统工业工程的应用，对于强化现场管理和基础管理具有重要意义，是伴随技术、工艺进步不可缺少的管理技术，因此，也是现代工业工程师必须掌握的基本功。

（2）从研究的微观系统向宏观系统发展。传统工业工程主要是研究生产现场的管理和改进，现代工业工程已经超出了这个范围，开始研究设计和分析一个企业系统及一些复杂的大系统。

（3）从以定性研究为主向量化转变，采用计算机和管理信息系统为支持条件。数学、统计学和运筹学等方法被广泛应用于工业工程的各种技术。计算机技术的发展进一步提高了数据处理、存贮与仿真试验的能力，成为现代化生产中提高生产率必不可少的手段和条件。

（4）重视研究人的因素。在工业工程涉及的诸因素中，认为人是最活跃、最重要的因素。二次大战期间，对人与机器相互协调的研究成果，在战后发展成为工效学，并逐步应用于工业工程。此外，在组织与职务设计、作业设计和人力资源开发与利用等方面重视研究对人的激励和调动职工积极性。近些年来，更加重视社会学、心理学和生理学等在工业工程中的应用。

（5）应用范围已超出了工业领域。现在在建筑、运输、航空、邮电、医院、银行、服务业、学校、军事，以及政府部门行政管理中，已把工业工程作为通用性管理技术，以提高上述各个部门及企事业的生产率水平。

四、我国机电工业应用工业工程现状和展望

自50年代初期以来，随着我国经济建设的发展，管理科学的研究和应用开始受到重视。在一些工业企业中，不同程度地开展了动作研究、时间测定等有关工业工程方法的应用研究，对制定劳动定额、改进操作方法和提高管理水平起到一定的积极作用。但是由于计划经济模式的影响，企业缺乏自主经营、自我发展和参与竞争的机制，因此在一段时期里，工业工程没有受到应有的重视，人们对工业工程名称和内容比较陌生。

70年代末期,我国实行改革开放以后,企业普遍重视学习和应用现代化管理理论和方法。可以说有不少企业自觉不自觉地运用了属于工业工程范畴的管理技术。其中一些企业结合自身特点,引进并吸收了某些工业工程方法,取得了不少成效和经验。下面列举近几年来应用工业工程获得初步成效的几个企业实例。

四川成都红光电子管厂,从1986年开始应用方法研究和作业测定,在黑白显像管总装生产线试点,改进7个工序操作方法。在保证产品质量,不增加工人劳动强度的前提下,黑白显像管生产线投资30.67万元,取得直接经济效益311.15万元,同时节约3万多工时,节省劳动力24人。两年后又在电子枪装配生产线推行模特法,使生产线年增产42万只,年增产值800多万元。

北京机床电器厂在日本专家指导下,应用工业工程制定和实施改进方案,使组装车间在不增加人员,基本不增加投资情况下,使生产效率翻番,产品一次合格率由85%提高到97%,并且减轻了工人的劳动强度,年增产值390万元。

长春第一汽车厂利用工作研究和模特法,对车身分厂和发动机分厂的装配线进行工艺流程、工作地布置、操作动作的分析,以及工具、工位量具的改进,使生产效率提高,质量得到改善,减轻了工人的劳动强度,可提高经济效益10%~20%。

第二汽车厂传动分厂应用物流理论与方法,创造“一个流工作法”,把在制品减少到最小程度,人员减少1/3,产值增加1/3。

实践证明,对工业工程技术引进、消化,为我国企业所用,并不断创新,对加强企业管理、提高经济效益意义重大。随着改革的深入,企业经营机制正在发生转变,促使我们对工业工程的认识也在不断深化。目前我国学习工业工程、应用工业工程的呼声很高。机电部和中国机械工程学会,近几年来为推广应用工业工程做了大量工作。

1989年8月,中国机械工程学会在北京召开了工业工程座谈会,与会者一致认为在我国推广应用工业工程十分必要,而且可行。会议提出在我国推广工业工程的建议,引起了各工业部门和社会各界的强烈反响。

1990年5月7日,机电部何光远部长主持召开部长工作会议,专门研究开展工业工程研究与应用工作。会议指出:工业工程是世界上研究多年的技术与管理结合的系统工程方法,很有效果。研究和应用工业工程要和当前已采用的各种方法结合起来,不断总结经验,学习国外对我们有益的东西。机电部企业要抓好现场管理,对工业工程的许多好的方法,如工作研究、模特法等可以在试点基础上逐步推广。

1990年6月5日至7日,在天津召开了第一次工业工程学术会议,来自全国22个省市、15个行业部门的160多人参加了会议。会上成立了中国机械工程学会工业工程研究会。

1991年10月22日至24日,在上海召开了第二次工业工程学术会议。这是为贯彻国务院提出的“质量、品种、效益年”开展工业工程活动而召开的一次盛会。

现在有许多省市成立了工业工程学会。于1991年10月和12月,辽宁省工业工程学会和沈阳市工业工程学会相继成立。可以看出,学习和应用工业工程的形势,在全国、在我省和我市都发展很快。当前,我国非常重视质量、品种和效益,这为工业工程技术的传播和应用提供了极好的社会环境。

经过几年来实践经验的积累，从我国实际情况出发，在工业企业开展工业工程研究与应用应遵循的基本思路是：

(1) 开展工业工程的研究、应用、试验、试点以及各项实施活动，其中心目标是寻求整个系统的综合优化，以提高生产率和经济效益，为促进工业科技进步，并为实现工业发展的总体战略服务。

(2) 开展工业工程研究和应用，要密切结合我国工业的实际，以工业企业作为主战场，树立“统筹规划，综合治理”的指导思想。

(3) 针对具体对象，规划、设计工作系统，评价、改进现有工作系统，使人员、物料、设备、信息等生产要素的组合更加合理和科学，从而充分发挥系统的整体功能，使企业获得最佳的整体效果。

(4) 从宣传、教育、培训人才着手，有步骤、有重点地开展研究、应用和试点。从各自企业的实际情况出发，可分别从工作研究、生产与库存控制、物流系统设计与改进、设施规划与设计、工程经济分析、质量控制、管理信息系统分析与设计等某方面首先入手开展工作。

第三节 工业工程人员及机构

一、工业工程人员

关于工业工程人员，美国工业工程师学会曾做过如下定义：“工业工程技术人员是为达到管理人员的目标(即要使企业取得最佳利润，且风险最小)而贡献出技术的人员。工业工程技术人员协助上下各级管理人员，在业务经营的设计、规划、实施、控制等方面从事研究和创造，以期达到更有效地利用人力与各种经济资源。”从上述的定义可以看出如下几点：(1) 工业工程技术人员的职能与企业的管理人员不同，工业工程技术人员贡献的是技术；(2) 工业工程技术人员与管理人员的目标是一致的，是协助管理人员的；(3) 工业工程技术人员的工作是从事研究和创造性工作。

企业的工业工程技术人员，必须具有良好的素质才能胜任其职，主要表现在应具有以下一些品格和能力：(1) 宽阔的眼界和敏锐的洞察力；(2) 立足于实际，客观地了解掌握情况，实事求是的科学态度；(3) 全面系统地分析判定问题，采用有力措施处理问题的能力；(4) 认真、公正、严谨的职业道德及谦虚、真诚的协作精神。

企业的工业工程人员的工作，虽然属于参谋职能，但都关系着一个企业的利益，与实现企业目标有直接关系。由于工业工程任务都具有综合性特点，所以一项工业工程工作的失误所造成的损失，远远超过专业工程人员从事某项工作的失误。因此，工业工程人员的职责既艰巨又光荣。工业工程人员不具备一定的资格、品格和能力，是很难胜任工作的。

为了胜任工作，工业工程技术人员所需要的知识与技术涉及到许多方面，主要包括：

(1) 工程技术知识：有关专业技术(如机械、电气、冶金等)理论、应用知识和有关机器设备及其使用方法的知识；

(2) 数量化方面知识：高等数学、统计学、数理统计、数据处理、运筹学及系统分析等；

(3) 经济与经营方面知识：宏观经济学、市场学、经营管理学、会计学、财务管理学和工程经济学等；

(4) 管理方面知识：工作研究、生产计划与控制、物料管理与库存控制、质量控制、设备管理、产品与技术开发、价值分析，以及组织制度等；

(5) 劳动科学与人的因素方面知识：劳动科学、工效学、工业安全与卫生、行为科学、职务评价、人事与工资等；

(6) 计算机应用及管理信息系统等。

对企业中不同层次的工业工程人员，要求应掌握的知识深度也不相同。

二、工业工程机构设置

工业工程技术人员在企业哪个部门工作，各国的不同企业做法也不一样。工业工程部门的设置通常与行业特点、企业规模、领导能力、人员数量和素质，以及管理水平等有关。

二次大战以前，大多数企业把工业工程职能分散到若干部门，如生产制造、工程开发、管理等部门。二次大战以后，在企业里单独设置工业工程部门的情况越来越多，作为本企业管理的参谋机构，起参谋助手作用，由最高管理层直接领导。如有的企业设置工业工程部，由一个副经理兼该部的经理，任务是负责整个生产制造系统的控制和改进，以及负责工业工程职能范围内的指导监督和日常工业工程职能工作。有的企业在车间一层设有工业工程指导科，有的在作业管理层设工业工程指导组。

中小型企业工业工程部门的设置一般如图1-1所示。工业工程部门由业务或生产经理直接领导。有的企业把质量控制划归工业工程部门负责。工业工程部门设有主任，是业务经理的参谋机构，负责处理整个企业有关工业工程的工作。有的企业还向其他管理部门派驻工业工程督导，进行技术指导、监督和执行某些工业工程的日常工作，但所有的工业工程人员都由工业工程部门领导，要及时向工业工程部门汇报各单位工作情况和存在的问题。派驻到各部门各单位的工业工程人员，以客观的身份处理问题，不干涉各单位的内部事务，及时协助各单位解决技术难题。

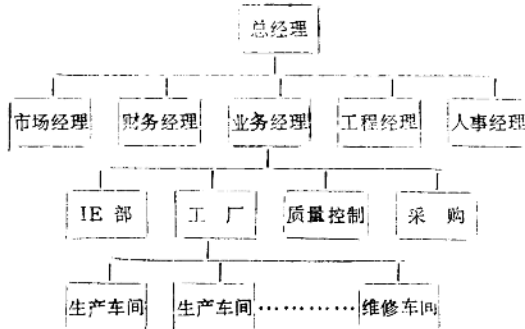


图1-1 中小型企业工业工程部门设置

除业务、生产部门与工业工程关系最密切外，其他部门与工业工程也都有一定关系。工程部门要依赖工业工程部门提出产品开发规划与计划，进行新产品研究和设计，审查设计方案、解决制造工艺等都要有工业工程人员参与。市场营销部门要有工业工程人员参与市场调查、预测和经营分析。财务部门要有工业工程人员协助进行财务分析、经济分析和投资分析。人事部门需要工业工程人员协助开展绩效评定、职务评价及制定工资奖金分配制度等。总经理和业务经理需要工业工程部门制订各种规划、协调各个部门的关系、沟通信息渠道和及时解决问题等。

大中型企业工业工程部门的设置一般如图 1-2 所示。为了适应企业规模较大的需要，工业工程部门的管理层次划分为两级或多级。工业工程总部是整个企业的参谋机构，也是工业工程研究与管理的机构，与“工程与开发部”并列，直接由企业最高领导层领导。工业工程总部下设工业工程部，与企业的中间管理层次的人事、生产经营等经理部门并列。工业工程部门向生产经营部门所属的各工厂、车间派驻工业工程督导员，也有向各部门派驻工业工程人员的。有些大型企业、工业工程总部在各分厂设置第二层次的工业工程部。工业工程总部的职能，主要是企业最高管理层的参谋，为企业执行规划任务，研究工业工程问题，领导各个工业工程部门开展工作。在总部中集中了一批高级工业工程人员，从事有关专题研究。

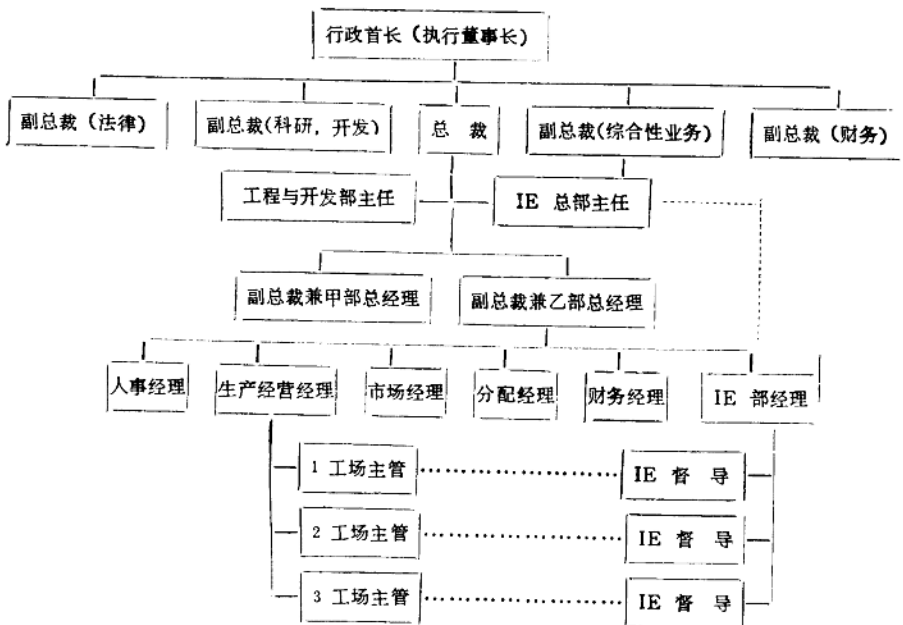


图1-2 大中型企业工业工程部门设置

以上的工业工程部门设置属于集中形式。有些企业则采取分散的形式，工业工程人员固定在最低管理层次工作，成为工场、车间领导下的职能人员，如图 1-3 所示。有时他们也可以和高一层次的工业工程经理保持虚线关系。这种形式能保证从上至下对企业的方针有共同的理解，同时又使现场领导能控制工业工程人员的工作。

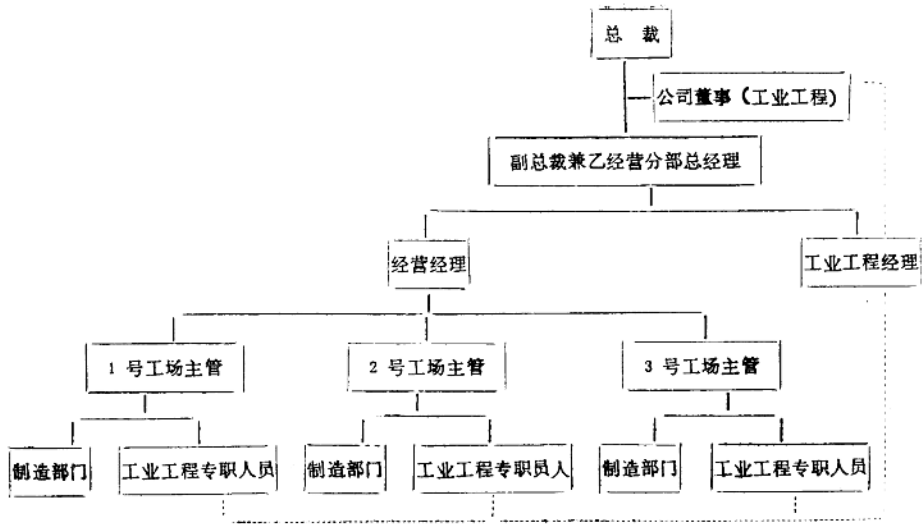


图1-3 分散的工业工程人员

从工业工程部门的内部组织特点来看，还存在专业职能组织和矩阵式两种形式。专业职能组织形式，是在工业工程部门内部成立专家小组，根据各个人的专长，指定一人或数人专门负责某项技术，如图 1-4 所示。一个小组专门负责物料搬运，另一个小组负责工作测定等等。还可以根据需要，指定有关专家参加项目研究小组。通过项目协调人（即总承包）的妥善安排，有效地发挥专业技术人才的作用。协调人要熟悉各种技术业务，有管理大项目的能力，属于职能组织人员，不担任直线领导责任。

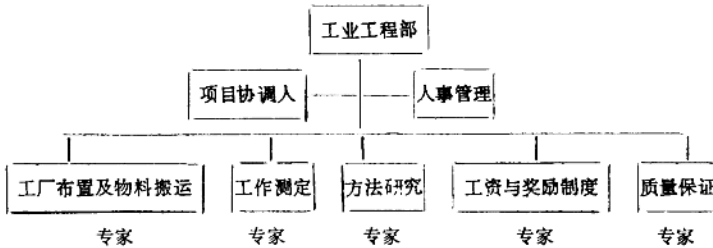


图1-4 专业职能组织的工业工程部门

矩阵式组织曾引起重视，这种组织形式是工业工程人员为企业工业工程部门的成员，但被派驻到各部门或各车间去工作；同时工业工程总部还保留一部分工业工程人员作为机动力量，这些人按专业划分为“专业工业工程组”，当某个部门或车间需要时，可派去支援工作。这种形式有利于培育相互合作、相互支持的气氛，有利于集中多种技术力量去解决问题。

工业工程部门的设置形式，主要应根据本企业特点和需要而定，其他企业的做法可以参考，从中得到启发，用以改进本企业的工业工程部门的设置。总之，设置的形式要有一定的灵活性，才能适应不断变化的需要。

三、工业工程人才教育

在国外，特别是美国、日本和西欧国家都重视工业工程人才教育。一般工业工程人才来自高等学校的工业工程专业，或以工业工程为主修的经营工程专业，也有工程技术专业毕业后，又接受工业工程继续教育成才的。由于工业工程在世界范围得到普及，包括在发展中国家得到推广，从全世界来看，对工业工程人才的需求量继续处于短缺状态。据资料介绍，1990年美国社会需要工业工程人才只能满足50%，是美国所有学科中，人才短缺最严重的一个。

当然，美国在培养工业工程人才方面也走过弯路。近30年来，美国的工商管理教育迅速得到发展，其规模远远超过工业工程教育，产生了工商管理热的现象。可是，这时日本、德国等国却非常重视工业工程人才的教育培养，这对他们与美国在经济与市场上处于竞争的有利地位起了一定作用。美国有的刊物指出，这是由于管理人员所受的教育造成的，他们缺乏提高质量、提高生产率的技术。我们在培养工业工程人才方面应汲取这样的教训，把教育的基点放在提高企业长远经济效益和竞争能力上。

培养工业工程人才是我国今后应用和发展工业工程的关键，此是当务之急。培养人才有两种途径，一条是学校教育，一条是在职培训。目前我国高等院校还没有开设工业工程专业，国家教委正在考虑办专业问题。当前应当把继续教育作为工业工程人才培养的主要途径。对现有在职的有关技术人员和管理人员开展工业工程培训，补充必要的知识，尽快培养出一批掌握工业工程基本理论和方法的人员，是一条可行的途径。我国高等院校虽然没有设立工业工程专业，但是工科高等院校普遍设立了工业管理工程专业，这两个专业有一定的差别。工业管理工程专业可以认为是工业工程与工商管理两个专业的混合产物，该专业有一些课程和应学知识是属于工业工程范畴的，而且有的院校还建立了有关工业工程内容的实验室。开展工业工程继续教育，完全可以借助于工业管理工程专业的师资条件和其他教学条件。机电部已决定通过机械工程师进修学院来培养工业工程人才，以满足工业企业推广和应用工业工程对人才的急需。此外，高等院校、企业和学会可以承担分层次的短期培训任务，为宣传与普及工业工程服务。首先让企业的领导、管理干部与技术人员了解什么是工业工程，为什么要推行工业工程，工业工程的基本内容和技術是什么，如何着手推行工业工程。了解工业工程，才能应用工业工程，取得有关人员的共识，是推广工业工程的前提。

第四节 推广工业工程的意义

一、提高企业的生产率

1. 什么叫生产率

为了说明生产率的含义，我们先来介绍一下生产过程(即系统)如图1-5所示生产系统的简化模型。整个生产过程是从投入资源(如劳动力、设备、材料、能源、信息等)经过转换(即产品制造和提供服务)而获得产出(产品和服务)的过程。那末，如何衡量