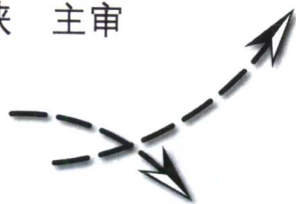




现代经济与管理类规划教材

工业工程

王东华 高天一 编著
钮友侠 主审



清华大学出版社 · 北京交通大学出版社

◇现代经济与管理类规划教材

工业工程

王东华 高天一 编 著
钮友侠 主 审

清华大学出版社
北京交通大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书无意培养你成为企业家,而是旨在帮助你成为一个真正的 IE 人。作为一本管理实务教材,在其结构关系的细处研究上阐释独立的学术理念,又具有多种思考和解决问题的技术方法。书中的图示、数表是用来凝聚与整合多种学科不同的“话语谱系”的专业“理念”与“灵魂”,让知识集成,形成合力,像钉子一样——势集于点而破顽固。

本书是一本具有学科意义和“自主知识产权”专业特色并辅之以大量数学计算的“读本”,适宜于本科生、研究生,亦可用作 IE 教育普及。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

工业工程/王东华,高天一编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2007.2
(现代经济与管理类规划教材)

ISBN 978-7-81082-641-9

I. 工… II. ①王… ②高… III. 工业工程-高等学校-教材 IV. TB

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 112099 号

责任编辑:吴嫦娥

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者:北京市梦宇印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印张:14.25 字数:320千字

版 次:2007年2月第1版 2007年2月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-81082-641-9/TB·9

印 数:1~4 000册 定价:24.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

工业工程被誉为“划时代的管理技术”、“工业文明的一道曙光”。这是因为工业工程的理论在实践中产生了深刻的指导意义，已成为一个不争的事实。农有识禾之识，工有鉴钢之术，医有诊断之方，管理有完善之法。作为一项专门的管理技术有着系统的理论架构，但是付诸于实践的过程却又常常交互渗透着多种不同学科的相关知识，如何将零零散散的知识整合为系统的知识结构，自然是工业工程领域的研究者殚思竭虑研究的重大问题。借俦领域的相关知识，创造性地探索、揭示、阐述工业工程的原理与方法是21世纪在中国推进工业工程的挑战性课题。

工业工程(Industrial Engineering, IE)已有近百年的发展史，尤其在近十年内取得了突飞猛进的发展，新思想、新概念层出不穷，在人类社会进步中正在起着越来越重要的作用。现在正由工业领域向非工业领域推进，IE已经成为一门源于实践、高于实践又服务于实践的实用管理技术，成为衡量企业行为水平的统一理论。

IE在国际社会的相关应用领域已取得了广泛的共识，已有大量的论著问世，这对中国的IE研究与应用是一个有力的支持。但是具体再现国内IE研究的学术专著及实用教程却寥若晨星，尚不能达到普及IE教育、传播IE文化、强化IE意识的工业文明之预期。2000年6月，编者接受辽宁省教育厅的一项重要研究课题《基于创造力教育的双手对称协调使用理论构建》，在实证研究中发现IE理论的传播事实上是一种文化的传播，若能在特定条件下，从启蒙教育入手培养IE意识，无疑是一件言近意远的事，对国民素质的提高是一大推力，于是编者决定写一本教程，一本实用性很强的大众IE教程，来传播IE文化。作为一个专门而又普通的传播者，有着很强的使命感，在繁忙的工作同时，不断注意思考问题，研究第一手资料。基于20多年的实践、实验分析与研究及近百个轮回的教学历程，汲取国内外专家知识，在坚实的实践基础上撰写这本IE教程，力图为在中国经济与世界经济接轨的同时，亦能为接轨尽一份绵薄的心力，旨在推进IE在中国的传播与应用。读者群界定为理工科学生、教师、企业中的专职研究人员甚至更加广泛的人群。为什么？这是因为在IE向非工业领域进军之时，其相关理论的借鉴无疑会提高人们的工作与生活质量。

编写这本教程，意图在于向读者展示由IE若干理论知识、方法等构成的“一片森林”及林中由编者精心培植、采撷的奇葩异草。这本教程在撰写中遵循两个原则：实现理性，强化实用。其特点有以下3个。

1. “全景式”的画面。IE理论与技术浩瀚如沧海，撷其一粟并非易事，更何况新知识的涌现层出不穷。因而在书中，尽一切可能去把握全部脉络，在这一背景下涉猎某些重要的

“树木与花草”。编者在 20 多年的 IE 教学与实践研究中，对所从事的狭窄的专业领域是熟悉的，对学科发展的内在特点有些感想，于是想把自己所掌握的信息加以梳理和融会贯通后介绍给读者，也许会对他们起到提纲挈领的作用。

2. “有限的尺度”。IE 科学正处在革命化的变化之中，涉及问题量大面广，发展迅速，全面书写远非编者能力所及。同时，在专业领域内的许多问题上，见智见仁，学术上百花纷呈，但恰如一句外国谚语所言：“When everyone agrees around here, something must be wrong”（若众口一词，言必有错）。因而在教程中，设定了一种“有限的尺度”，在知识内容的铺展与总体结构的安排上始终沿着时间与空间这四维世界的路线运行，并且将 IE 的基本理论与方法分析、思考、沉淀、整合，不揣冒昧向读者提供中国 IE 文化的专门传播者的一家之言。

3. 结构严谨、逻辑性强。覆盖全书的内容是 IE 理论的主体“知识结构”，不囿于林林总总经典教材的传统框架，始终沿着“概念+工具+创造力开发”这一主线运行全文，尽量综合利用文字、图、表的不同形式表现知识点，启发读者的形象思维、逻辑思维，开发创造力；尽可能用简洁明快的语言去准确地表达严格的科学内容，并在论述的展开中，自然有机地介绍 IE 新概念和新内容。倘若读者在阅读这本书后，能对 IE 的科学内容留下一幅与这门科学相应的、印象深刻的总体图景并能在实践中活学活用，也就是编者对这本书的至盼。

本书由王东华和高天一共同编写而成。其中各章理论与方法由王东华编写，案例与习题全部由高天一编写。于莎莎、原洪吉、赵运业对文中的图文做了大量的整编工作，在此表示感谢；特别感谢王德纶先生和邵玉琴女士对本教程的支持；感谢 IE 前辈钮友侠教授的教导与帮助！

编者的研究生涯始于 1983 年，那正是 IE 传播进入中国之时，因此在某种意义上编者是这门学科在中国发展的积极的观察者，同时又亲历其中学习、思考、实践，倘若能对 IE 思想多少有点驾驭感，全然归因于头脑沉浸其中时久，然而也不可避免地会留下囿于编者学术背景、研究领域所形成的许多缺憾。诸位读者，若在工作之具体条件下，对于本书惠予批评指正，以便将来修正及完善，更好地达到实用之目的，实为感盼。

王东华

2007 年 1 月于六角楼

目 录

第 1 章 IE 及其发展	1
1.1 IE 之父——泰罗	1
1.2 IE 简史	5
1.3 IE 概念	8
1.4 IE 意识与 IE 人	9
1.5 IE 型组织	11
◇ 习题与思考	12
第 2 章 IE 的基本理论	13
2.1 IE 与生产率管理	13
2.2 IE 与标准化	15
2.3 IE 基本工具	17
2.4 动作经济原则	20
◇ 习题与思考	30
第 3 章 方法研究概述	32
3.1 方法研究的概念与研究	33
3.2 方法研究的目的与特点	36
3.3 方法研究的研究方法	37
◇ 习题与思考	39
第 4 章 程序分析	41
4.1 工作程序图	41
4.2 流程程序图	46
4.3 流程图和线图	58
◇ 习题与思考	63
第 5 章 操作分析	65
5.1 人-机程序图	65
5.2 工组程序图	72
5.3 操作人员程序图	76

◇ 习题与思考	81
第 6 章 动作分析	84
6.1 目视动作研究	85
6.2 双手动作图	86
6.3 动作影片研究	97
◇ 习题与思考	100
第 7 章 时间研究概述	103
7.1 时间新概念	103
7.2 时间研究的概念与意义	105
7.3 时间研究的步骤	106
7.4 工时消耗及其分类	107
7.5 几种评判方法	109
◇ 习题与思考	110
第 8 章 时间测定技术	111
8.1 工作日写实	111
8.2 测时	116
8.3 瞬时观测法	128
8.4 标准资料法	134
8.5 预定时间标准法	136
8.6 模特排时法	137
◇ 习题与思考	141
第 9 章 工业工程与安全	143
9.1 事故及其发生的一般原因	143
9.2 预防事故投资的效益分析	144
9.3 事故发生原因的几种类型	146
◇ 习题与思考	154
第 10 章 工作环境	155
10.1 照明	155
10.2 颜色	157
10.3 噪声	160
10.4 微气候	164
10.5 空气污染	166
◇ 习题与思考	168
第 11 章 疲劳研究	169
11.1 疲劳概述	169

11.2	疲劳测定	174
11.3	疲劳的规律	178
11.4	防治疲劳	180
◇	习题与思考	187
第 12 章	IE 与运营的时空管理	188
12.1	流水线的平衡设计	188
12.2	排序问题	196
12.3	设备负荷问题	200
12.4	时间组织的三种方式	201
◇	习题与思考	203
附录 A	案例练习	205
案例 1	800 吨还是 80 吨?	205
案例 2	1 美元与 999 美元的故事	206
案例 3	天河机场	206
案例 4	林海伐木场	207
案例 5	胜利洁具公司	208
案例 6	香草冰激凌	208
案例 7	新潮制鞋业	210
案例 8	乌拉圭风靡单脚滑板车	210
案例 9	安排时间精确到秒	211
案例 10	换一个思路多好	212
案例 11	一只茶杯的故事	213
案例 12	把注意力放在最小的地方	214
案例 13	英国国宴的时空设计	215
案例 14	法斯特芝麻饼店	216
案例 15	上海地铁	216
案例 16	文件的批判	217
参考文献		219

第 1 章 IE 及其发展

为适宜于更广大读者的解读，本书先提供一些简明的背景资料，这些知识对于了解现代 IE 理论是不可或缺的，同时亦试图以此为全书内容的展开作一点基础的铺垫。

1.1 IE 之父——泰罗

泰罗 (F. W. Taylor, 1856—1915) 是一位工程师和效率专家，是“科学管理”的创始人，也是一位发明家，毕生曾获 100 多项专利。

1856 年泰罗出生于美国宾夕法尼亚的杰曼顿一个有名的大律师家庭。他酷爱学习与研究，对任何事情都想找出“一种更好的方法”，他从一位中学数学老师根据课堂练习所花时间长短来布置家庭作业的做法中得到的启发，成为他日后实践与研究的启蒙教育。

1874 年泰罗以优异成绩考进哈佛大学法学院，但因眼疾而不得不休学，于是去一家加工厂学徒 4 年。1878 年到费城 (philadelphia) 米德维尔钢厂 (Midvale Steel Company) 当车工，3 年后提升为车间领班，又经过 3 年，以流星般的速度升任钢厂总机械师 (这期间，他还在夜校攻读)。俗语说：“在其位，谋其政。”由于地位的变化，使他对工厂的管理产生了兴趣，并开始致力于生产效率的研究。泰罗发现工人干活与使用工具全凭个人经验与爱好，生产效率差别很大。针对这一情况，泰罗结合对金属切削工艺的研究，同时用秒表测时来确定工时定额，成为世界历史上一位资深的定额员。

1881 年起，泰罗开始研究金属切削技术，历时 25 年，于 1906 年写出《金属切削工艺》(On the Art of Cutting Metals) 一书，成为一代技术巨匠。在此以前，金属切削刀具的几

何学、金属切削的定额及其进给量、走刀量，全由经验来定，将其演绎为科学，是泰罗开创了先河。这一年，泰罗被推举为美国机械工程师学会主席。

1883年泰罗获得史蒂芬工学院（Stevens Institute）机械工程学位。亲历实践，使他对生产组织与劳动管理中的问题十分清楚：当时的劳动没有科学方法，工人缺乏训练，没有规范的操作方法和程序，影响作业效率。

1886年美国机械工程师学会学报上发表了亨利·汤恩的《工程师也是经济学家》一文，强调工程师应该关心经济效益，对泰罗的影响很大。

1895年泰罗转入伯利恒（Bethlehem）钢铁厂，进一步实践其研究工作。同年6月，发表了第一篇论文《计件工资制》，倡导按差别工资计酬。

1903年6月又发表了论文《车间管理》（Shop Management）。

1911年发表了震撼世界管理史的经典著作《科学管理原理》一书，产生了划时代的影响，书中提出4条准则，其中概念和思想的成分大于技术的成分：

- ① 用科学方法替代过去凭经验办事的方法，从而确定每个工人的工作内容、工作量和工作方法；
- ② 遴选工人并实施训练科学化，使操作方法标准化；
- ③ 倡导劳资合作，“将蛋糕做大”，确保双方都能从劳动效率的提高中获益；
- ④ 将管理活动和作业活动分开，实行管理的职能制组织设计，贯彻例外原则，这是管理思想上的一次革命。

事实上，泰罗的管理思想比人们肤浅地考察他提出的各项原则后所能认识的要深刻得多。

1912年泰罗科学管理思想的传播受到遏制，被视为异端说教，受到美国参议院特别委员会的传讯。

1913年，美国国会在拨款法案中规定，任何企事业单位均不应进行“时间研究”，否则不予以拨款；又规定，在邮政系统若采用秒表测时，将作为违法处理。

1915年，泰罗因疾病去世。然而却在这一年，将1912年成立的科学管理促进协会改名为“泰罗协会”以示纪念、尊重和认可。

泰罗的一生犹如荷兰著名画家梵高，生时不得志，历经磨难，死后却被认可，实为一件憾事。科学管理思想是光辉灿烂的，适合当时生产力发展的需要。1920年美国总工会正式表示了对泰罗科学管理思想的理解与支持。1929年大危机时期，美国的许多企业正是由于



Frederick Winslow Taylor (1856—1915).
(Courtesy of Ronald G. Greenwood.)

纷纷采用了泰罗的管理思想才得以度过危机。革命导师列宁曾经指出：“泰罗制，也同资本主义其他进步的东西一样，是一系列最丰富的科学成就，即按科学来分析人在劳动中的机械动作，省去多余的笨拙动作，制定最精确的工作方法，实行最完善的计算和监督制度等……应该研究和传授泰罗制，有系统地试行这种制度，并且将它适应下来。”^①

泰罗毕生致力于研究微观企业管理的作业效率如何提高的问题。泰罗进行的两项研究——搬生铁实验和铁锹实验是泰罗作为一个实干家的最好佐证。泰罗集“技术巨匠”和“科学管理创始人”于一身，被誉为工业工程之父。

1.1.1 搬生铁实验

1895年正值美国和西班牙战争爆发期间，生铁价格猛涨，当时泰罗所在的伯利恒钢厂场院里堆积了8万吨生铁，亟待起运出售，于是由75名工人组成了搬运小组，手工搬运到36英尺（约11m）以外的货车上，生铁块每块重92磅（约47kg）。搬运伊始，平均每人每天搬12.5吨。一般人会认为这个搬运负荷量已是很重了，但泰罗独具慧眼，他发现一位宾夕法尼亚的荷兰移民每天都在跑步上班，并且在搬完一天的生铁之后，仍能精神抖擞跑步一英里多回家，究其原因是有尚搬运潜力可挖。泰罗帮助这个荷兰工人不断完善劳作手法，训练科学化，在新形成的动作序列结构下，每天每人可以搬47.5吨，于是提出新的薪酬制度：凡达到搬运量47.5吨者按1.85美元/天支付工资；达不到者仍按1.15美元/天支付工资。这种计件工资制度在当时不仅极大地调动了工人的积极性，而且大大加快了搬运速度。

在搬生铁实验中尤为值得注意的是动作的科学性与完善，为这以后的动作研究奠定了基础。

1.1.2 铁锹实验

1898年—1901年泰罗在伯利恒钢厂工作期间，亲历装卸场的工作，进行了管理改进。在装卸场有两种作业负荷不均匀，用铁锹撮起一锹煤屑只不足4磅重，而撮起一锹矿石重达38磅，久而久之，将会形成苦乐不均，然而一般人会见怪不怪，习以为常地接受这一事实，泰罗却不是这样，他在《科学管理原理》一书中写到：“一般人会问：铲掘这类活计会有什么科学吗？如果任何明智的读者有意识地去探索什么是铲掘科学基础的话，那么也许只需15~20个小时的思索和分析，便毫无疑问地会找到这种科学的实质。”泰罗身体力行，在他的倡导下成立了专门的铁锹研制委员会，对铁锹进行了再设计。一个头等的铲掘工所能铲掘的负荷量，将是他一天最大的操作量。这个负荷量该多大？经过不断变换铁锹的尺寸，发现与一天最大操作量相应的每锹撮起量大约为21磅，基于这一实验结果。伯利恒钢铁公司在

^① 列宁选集，第5卷，第511页。

举行能力测验时，就不让工人使用他们自己的铁锹，而是由公司准备了 8~10 种不同类型的铁锹，每种只适宜于铲掘某一种特定的物料，使工人能撮起的任何种类的物料每锹撮量均为 21 磅。例如：铲矿石时给把小锹，铲灰土时给把大锹。仅此一项实验结果，在一年里为伯利恒厂节约了 7.8 万美元。

科学管理是通过培养人的品德、特殊能力和技巧，从而使每一个人都发挥其最大的潜力。

1.1.3 泰罗的追随者吉尔布雷斯及砌砖实验

吉尔布雷斯 (F. B. Gilbreth) 是著名的效率专家，被誉为动作研究之父。他是泰罗的莫逆之交，致力于效率研究。吉尔布雷斯年轻时曾是一名砌砖工人，很有学问，在平凡的岗位上做出了不朽的贡献。基于实践，写出著作《时间研究》、《动作研究》、《疲劳研究》，这种开创性的工作是吉尔布雷斯夫妇共同研究的结果。

砌砖是一种古老的行业。在吉尔布雷斯以前，砌砖所使用的工具和材料很少，甚至根本没有改进，这样延续了多少代人。吉尔布雷斯年轻时对科学管理的原理发生兴趣，并决定将这一原理应用到砌砖的工艺上去，他对砌砖过程的每个动作都进行了认真而又有趣的分析和研究，把所有不必要的动作一个个地排除掉，用快动作替代慢动作。他对以任何形式影响砌砖工作的操作速度和疲劳度的每个细小因素都进行过验证。

(1) 砌砖工每只脚踏站的精确位置

这是由墙、灰浆箱和砖堆等因素决定的，选择了准确的位置，就毋须再往砖堆来回走动了。

(2) 搁置灰浆箱和堆放砖的最佳高度

设计了一种可调支架，其上放一桌面，所有的材料都各就各位置于其上，使砖、灰浆、砌砖工人和墙处于各自适宜的位置。而支架由一名专职工人掌管，随着墙的增高，支架亦步亦趋地上升。于是砌砖工人在取每块砖和每泥一刀灰浆时，毋须再做一俯一伸使之劳累的大幅度动作了。砌砖实验以前的劳作方式是砌砖工每次为砌一块砖（重约 5 磅）上墙，都得俯身到他的双脚处（体重一般为 150 磅），然后再站直，试想，这浪费了多少体力！



Frank Bunker Gilbreth (1868—1924) and Lillian Gilbreth (1878—1972). (Courtesy of Ronald G. Greenwood.)

(3) 将砖预先朝向一致摆放

砖块卸车后,由一名专职工人进行分类,砖块的最佳边缘冲上置于一个简易的木框架上(吉尔布雷斯称其为“砖块包”),再由辅助工人搁在可调整高度的支架的适当位置,靠近灰浆箱,以使砌砖工人能在最快的时间里和最便利的位置上抓取每块砖。

(4) 灰浆的适宜浓度

调整灰浆的浓度至适宜的状态,使得砌上砖块时不必再用泥刀去敲击使之与接缝处的厚薄一致,于是又节省了砌砖工敲打每块砖的时间。

(5) 砌砖工人要双手同时并用

在这以前是右手做完一个动作,左手再去做另一个动作。现在都是左手拣起一块砖的同时,右手操起一泥刀灰浆。

吉尔布雷斯经过仔细研究,将砌砖工在所有标准情况下砌每块砖的18个半动作压缩为5个,特殊情况下甚至可以压缩为2个。原来每人每小时砌砖120块,现在每人每小时能砌砖350块,由每天1000块增加到每天1700块。总结三年多实践与实验的历练,吉尔布雷斯写出专著《砌砖动作》,由纽约和芝加哥迈伦·C·克拉克出版公司和伦敦E·F·N·斯邦公司出版发行。他从此开始了对任何工作进行研究“更好方法”的终生事业。吉尔布雷斯特别编写了《科学管理入门》一书,采取一问一答的方式,用非常基本的专门用语回答了一些有关科学管理的基本思想的实践问题。如“难道科学管理不是把人当作机器吗?”答:“一位优秀的拳击手或者击剑运动员或者高尔夫球选手是不是一部机器呢?”他赞同达到100%的尽善尽美的努力程度。

留心地观察周边的一切事物,身体力行,就能将科学导入凡事之中,就能将一种学科的变化规律成功地运用在其他学科上。在近代,外科医生做手术时护士的作用,就是成功地借鉴了砌砖实验中辅助工人的使用。著名桥梁建筑专家茅以升在构建钱塘江大桥时,不囿于传统的砌砖三部曲:打基础—建桥墩—架设钢梁,而是在时空关系上进行了重组:打基础时,就制造钢梁,一旦桥墩建好,马上架钢梁。正所谓“上下并建,一气呵成”,将时间与空间的浪费压缩到最低限度。这个桥梁史上的壮举,即是科学管理思想实践意义的又一个佐证。

1.2 IE 简史

一部IE史,如同任何其他自然与社会科学一样是一部源于实践高于实践又服务于实践的历史。IE是工业化生产的产物,在IE界已取得这样的共识。IE发端于20世纪初的美国,泰罗开创了科学管理新世纪,又缘于他精湛的切削技术理论,作为一代技术巨匠,为IE的产生奠定了基础,开辟了道路,被誉为IE之父。

详细地描绘IE发展的历史,将会堆积很厚实的史料,增加很长的篇幅,而这并不是这

本教程的主要意义，因此下面将沿着时间的一维路线，简介史况。

1.2.1 IE 先驱

在 IE 发展史上，能称为先驱者的除泰罗和吉尔布雷斯以外，还有甘特（H. L. Gantt）和亚当·斯密（Adam Smith）。

甘特在实践中发明了著名的甘特图（Gantt Chart），这是一种预先计划、配置资源、安排作业活动、检查进度及更新计划的系统图表方法。并于 1901 年最先提出了“奖励制”和“成本会计”的概念。若有人描绘甘特及其管理思想，那就是人道主义。

1776 年英国经济学家亚当·斯密在其代表作《国富论》一书中首次提出了劳动分工的概念。

1.2.2 IE 事件

下述事件，会让我们明晰 IE 的发展脉络。

1908 年，宾夕法尼亚州立工学院首次开设 IE 课程。

1912 年，美国工业工程师协会（Society of Industrial Engineers）成立。

1920 年，美国某些大学建立 IE 专业。

1946 年，澳大利亚预定标准研究会建立。

1948 年，美国工业工程师学会（American Institute of Industrial Engineers）成立。

1955 年，AIIE 提出了 IE 的权威概念。

1959 年，日本 IE 协会创立。

1966 年，澳大利亚海蒂教授首创了 MODAPTS 法。

1975 年，印度建立了 IE 教育与应用体制。

1982 年，由美国和世界上其他一些国家共 133 位专家编写了《工业工程手册》（Handbook of Industrial Engineering），这是一部反映了现代 IE 原理与方法实用性很强的巨著。

1.2.3 IE 在各国的发展

IE 发端于美国后，首先在北美（主要是美国和加拿大）得到广泛的发展与应用。很快在许多工业化国家传播，如英、德、法、日本、前苏联、澳大利亚。20 世纪 70 年代，一些发展中国家也随着进一步向工业化发展，竞相开始采用 IE，如墨西哥、秘鲁、哥伦比亚等国家。在亚洲，被誉为亚洲四小龙的新加坡、韩国、香港地区、台湾地区都较早地建立 IE 教育与应用体制，并完全采用美国的 IE 体制。IE 在各国的组织机构称谓不同，但推进的职能是基本一致的。譬如在澳大利亚叫预定标准研究会，英国是生产率委员会，日本是能率协

会，中国是企业管理协会。

1. 英国

作为第一次工业革命发源地，工业化进程比美国早，1952—1953年间，英国生产率委员会先后派遣了67人赴美学习IE，并于1954年出版了一本“IE考察报告”。20世纪50年代以后，英国的IE教育与应用迅速发展与普及，并建立了英国IE体制，采用“Production Engineering”而不是IE，不过只是术语不同，内容一脉相承。

2. 前苏联

在1956年翻译出版了英国的“IE考察报告”，但译为“美国的生产组织问题”，书中还特别强调“IE就是生产组织”。

3. 日本

有人常说“IE在美国开花，在日本结果”。日本人善于将世界上先进的管理思想和方法进行创造性地国产化吸收。对于IE亦然，创设了日本的IE，并采用不同的称谓“经营工学”、“生产技术”、“管理工学”、“人间工学”等。运作中继承与发展了美国的JIT，在日本的丰田汽车制造业创设了“看板管理”新概念，有人称丰田生产方式就是大跨IE。东芝公司在1986年开展了提高综合生产率运动（Total Productivity）。近几年间，日本企业普遍将IE、VE和QC作为管理技术的三大支柱，某些企业创设“VIQ推进室”。在日本，推进IE的方式十分灵活，不拘泥于严格的学科概念。

4. 中国

早在1914年，民族资本家穆藕初从美国留学回来，在上海将《科学管理原理》译成中文，并在其开办的“德大”纱厂推行。这个工厂的产品在1916年北京赛会上名列前茅。穆藕初因此被誉为经营之神，相继又任厚生、预丰等纱厂的创办人及管理者。1949年我国学习前苏联的“技术定额查定法”，取得了初步成果。但从1958年以后及至1966—1976年的十年浩劫，科学管理思想已被遏制。80年代初，日本学者横沟克己先生来中国讲学，IE的理论在中国如星星之火燎原大地，从上海、北京、南京、大连等地开始，各大部委直属企业也在积极推进IE。值此期间，大连理工大学管理学院钮友侠教授带领他的研究生赴辽无13厂进行IE实践，会同企业技术人员对工业电视车间的流水线进行了多次平衡设计，使日产量从102台增加到204台，节拍加快1倍，生产率提高100%，录制的教学片“改进流水作业，提高生产率”遍布全国各高校。目前，在中国IE技术已成为企业分析、管理审核的一项有用工具。隶属于机械部的北京机械工程大学已组织力量进行工业工程师的资格审议，有一大批第一代的中国工业工程师活跃在国家经济与文化建设的各个不同领域。

随着IE作为一门科学迅速向北美以外的国家传播与交流，美国工业工程师学会（AIIE）

已发展成为一个国际性的学术组织——工业工程师学会（IIE），总部设在美国佐治亚州的亚特兰大市。北美以外的会员不断增多，在中国有近 20 名会员。

科学管理原理及其实践操作方法，至今仍被许多国家参照采用。当代美国有些管理学者还提出“回到泰罗去”的口号，意味着对古典管理理论价值的共识。

1.3 IE 概念

1.3.1 IE 权威概念

关于 IE 概念的界定，不同发展时期、不同国家的不同研究者基于不同的实践对 IE 的认知也不同。最具权威性的学术组织美国工业工程师学会（AIIE）在 1955 年作了如下描述：“IE 是对由人、物料和设备所组成的集成系统进行设计、改善和设置的技术，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获得的成果进行阐述、预测和评价。”这一概念全面阐述了 IE 的研究对象、功能、方法和目的，至今充斥在各国不同版本的教科书中。

1.3.2 IE 及其边缘学科

IE 目前在美国的叫法不同，在工业领域称为工业工程（IE），而在非工业领域，则喜欢用管理工程（Management Engineering, ME）代替 IE 的称谓。

IE 是所有工程学科中发展最快的一个领域，伴随着科学技术的飞速发展，IE 吸收了越来越多新学科和新技术，尤其是系统科学、信息技术、计算机科学及人类工效学（Ergonomics）构成一个边缘学科林立的庞大领域，如图 1.1 所示。若借用一个数学表达式，可写为

$$IE = SE + IT + CS + Ergonomics + POM + N.W + W.S + OR + VE + TQC + JIT + MRP$$

作为共同的亲本学科，IE 与 Ergonomics 两者合而为一，对于人-机问题的探讨可谓互合为一。工作研究（Work Study）是 IE 的主干部分，构成了最基本的组成内涵。从 IE 的发展史可以看出工作研究一直贯穿始终。IE 技术随着自然科学及社会科学的发展和科技进步，逐步高级化、专业化，其应用范围早已不只是工业领域，已经渗透到非工业领域。甚至可以说，IE 的哲学思想无时不在，无处不有，遍布于社会、生活、工作的方方面面。

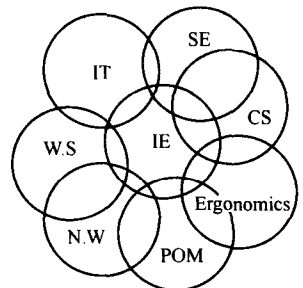


图 1.1 IE 及其他领域

1.3.3 古典 IE 与现代 IE

(1) 古典 IE

日本人称工作研究为古典 IE 或狭义 IE, 亦叫 IE 基础, 包括动作研究、时间研究等传统方法。这正是这本教程的核心内容, 其他内容可以在相关的教程学到, 如 OR, 在运筹学课程中介绍; POM (运营管理) 是一门相对独立的专业课。

(2) 现代 IE

亦叫广义 IE, 包括了 OR、VE、NW、SE 等其他学科内容。

值得注意的是, 虽然 IE 在发展中从古典 IE 走向现代 IE, 有许许多多相关学科的渗透, 但并不意味着前期的某些理论就已完结, 比如时间研究 (T. S)、动作研究 (M. S) 等传统的方法, 至今仍是 IE 的基本工具, 仍是提高生产率的主要方法, 尤其在我国的现阶段, IE 基础仍是进行管理现代化研究的一项首要技术。不过现代技术赋予 IE 更为先进的技巧, 例如: 美国一家公司开发一种新的时间研究软件 (TTMER 系统) 可节省时间研究人力 50%。

1.4 IE 意识与 IE 人

倘若通过一门课程的学习能收到立竿见影的效果, 实在是最好的预期。然而知识不能等同于能力, 知识是能力的基础, 能力是知识的固化, 在时间的推移中将零零散散的知识整合、沉淀, 才会产生创造性的思维, 用以解决问题。IE 技术也是如此。在中国推进 IE, 首先是要靠教育, 注入、强化这种意识, 这种意识与批判的意识有着同一渊源, 基于此, 才能实现“没有最好, 只有更好”的 IE 哲学目标预期。

意识, 是人脑所特有的机能。在哲学意义上, 意识与思维是同一类别、同一意义的概念, 都是人脑对客观现实的反映。在这个意义上, 两者可以通用。但意识一词的外延较大, 包括认识的感性阶段和理性阶段, 而思维则仅指认识的理性阶段。在心理学上, 意识一般是指自觉的心理活动, 即人对客观现实的自觉反映, 是有意识的反映。

IE 意识的产生基于 IE 知识的活化, 形如人们运用乘法口诀中“ $3 \times 3 = 9$ ”那么简单, 运用时呼之即出, 有一种驾驭感。

IE 人, 这里的含义不同于我国权威教程中 IE 技术人员的概念, 有两个含义: 其一, 学习 IE 专业理论或从事 IE 实践的人; 其二, 具有 IE 意识的人。IE 意识的培养与强化有赖于学习与实践; 反过来, 不断地学习与实践定会强化意识。于是, 一个具有 IE 意识并且能身体力行的 IE 人就形成了。我国 IE 前辈钮友侠教授说: “IE 人是实实在在的人, IE 事业是实实在在的事业。”

据有关资料表明, 发达国家中理工科学生中 IE 人占 95% 以上, 而发展中国家理工科学