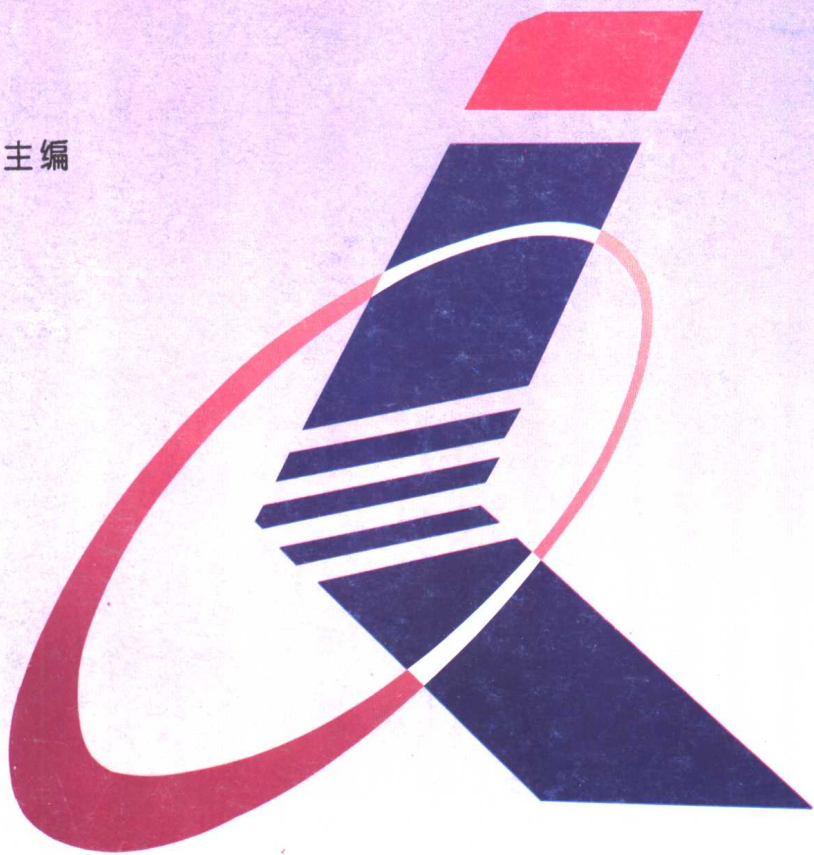


工商管理系列教材

● 范中志 主编



工业工程基础

GONG YE GONG CHENG JI CHU



华南理工大学出版社

·工商管理系列教材·

工业工程基础

〔工作研究〕
第二版

范中志 主编

范中志	张贵斌	张超武	左志诚
关立平	范红德	马雄	李令文
宋仁华	陈志成	杨品英	汪洋
全觉民	吴法浦	刘书辉	周燕青
林云中	黄小海	林之楠	李颖
蔡国强	李敏	陈期强	徐健

华南理工大学出版社

·广州·

图书在版编目(CIP)数据

工业工程基础/范中志主编.—2版.—广州:华南理工大学出版社,1996.9(2000.10重印)

工商管理系列教材

本书第1版名为:工作研究

ISBN 7-5623-1009-2

I.工…

II.范…

III.工业工程—教材

IV.C·7

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510640)

责任编辑 江厚祥

各地新华书店经销

华南理工大学出版社电脑室排版

华南理工大学印刷厂印装

开本:850×1168 1/32 印张:10625 字数:286千

2000年10月第2版第5次印刷

印数:16001~19000册

定价:16.00元

前 言

自工业革命以来,工业工程(IE)技术不断改进、完善,已成为提高企业生产率的有效工具,为世界各发达国家的企业所广泛应用。

工业工程中最重要基础技术是工作研究。工作研究采用一定的科学方法,找出经济合理的工作方法和最适宜的工作时间,在需要很少投资或不需要投资的情况下,可以使企业的生产率显著提高,从而提高企业的经济效益和增强竞争力,并且为其他工业工程技术的有效实施奠定基础。因此,各国企业都把工作研究作为提高生产率的首选技术。如美国 90% 以上的企业都应用了工作研究,企业的生产率普遍提高 51%。

1986 年,原机电部人劳司开始在我国推行工作研究,由上海市经委、上海仪表电讯工业局率先,他们选择了上海金陵无线电厂为试点,使该厂调谐器装配线班产量提高了 41%。接着又在上海电子管厂、上海电子管二厂、上海电子管四厂、上海无线电二十七厂、上海灯泡厂、上海电视机一厂、上海无线电十八厂、上海大华仪表厂等八家厂进行扩大试点,经过半年左右时间,获可喜的成果,其整体经济效益为:投入 50 万元,产出可达年增加销售收入 6 200 万元,为 1:124。又如成都红光电子管厂应用工作研究改进某生产线,仅用半年时间,投资 0.98 万元,就使该生产线每年增收节资 363.56 万元,节约工时 1.176 万小时。

在我国推行应用工作研究过程中,张贵贤、左志诚、方世雄、马培雄、李令文、全觉民、宋仁华、杨品英等作出了卓越的贡献。这些先行者中有的不但是领导者,且也是实践家。

然而,我国至今未能完整地建立起自己的工业工程体系,对工

作研究缺乏一定的认识,绝大部分企业仍未应用工作研究,国内亦未有一本从提高生产率的角度来全面系统介绍工作研究各种方法的书。因此,本书面向企业的实际,系统地介绍工业工程体系的内容及应用,其中重点介绍工作研究及其在企业中实施的方法和步骤。书中还汇集了国内外企业实施工作研究实例。

本书由范中志主编,参加编写及推广应用的还有:张贵贤、左志诚、关立平、饶红艳、马培雄、李令文、宋仁华、陈志成、杨品英、汪洋、全觉民、吴法沛、刘小辉、周燕青、林云中、黄小方、林之楠、李颢、蔡国强、李敏、邝英强、涂健。

本书理论与实际结合,适合企业管理人员、工程技术人员作为实施工作研究的指导书和对有关人员培训的教材,也适合作大学管理工程系本科学生、研究生和工科大学其他各专业学生学习工作研究的教材。

编者
1991年9月

再版说明

本书原名“工作研究”，自 1990 年 9 月第 1 版以来，1991 年 9 月曾第二次印刷，除了本人所在学校管理工程专业及其他大专院校学生学习之用外，还受到了广大工矿企业的欢迎。例如，广州电池厂从 1992 年 5 月开始，在该厂二车间推行“工作研究”三个多月时间，初步取得三提高（提高车间管理水平，提高劳动生产率，提高产品质量）、二节约（节约生产场地，节约原材料）、一降低（降低工人劳动强度）、一改善（改善车间工作环境）的良好效果，9 月开始全面铺开，到 12 月底取得直接经济效益 212 万元，节约劳动力 152 人，节约场地 314 平方米。1993 年和 1994 年，该厂更广泛、更深入地应用工作研究的各项技术和措施，又分别取得了 1 256 万元和 1500 多万元的经济效益，劳动生产率大幅度地提高。

又如，广东科龙股份有限公司，从 1992 年下半年开始，在冰箱一厂、冰箱二厂试点推行“工作研究”，在设备未增加人员反而减少的条件下，将生产节拍从原来的 48 秒缩短到 24 秒，提高生产效益 25%。4 条生产线按原设计能力年产 60 万台的大型冰箱厂，1993 年生产了 75 万台，1994 年生产了 91 万台，相当于增加了一个年产 30 万台的大型冰箱厂。1994 年进行 100 万台改造项目，该项目已于 1994 年 12 月 20 日投产，1995 年计划生产 95 万台，与 1992 年生产 43 万台冰箱相比增加 52 万台冰箱，相当于投资几亿元新建一个大型冰箱厂。这一成果受到了广东省经委、广州市劳动局领导以及国家人事部、机械部的重视。1994 年 4 月，国家人事部考核司、机械部培训司组织了我国大中企业的有关领导，举办了“工作研究”高级研讨班，大力推广应用工作研究。

这次再版应读者及出版社的要求将本书的书名“工作研究”改

为“工业工程基础”，因为原名“工作研究”容易使人误解为一般行政工作的研究，而不是工业工程技术。内容的补充有：

1. 在第一篇“工业工程概论”中，增加了生产率管理一章，该章内容包括了我的研究生饶红艳的研究成果。这一研究成果使生产率管理成为一个可操作的系统，工业企业既可以对各个层次的生产率进行测定，也能够从测定的数据中分析影响生产率的因素，从而提出改进、提高的方法和途径。

2. 在第二篇“方法研究”中，将原“动作研究”这一章补充内容，成为“操作分析”和“动作分析”两章。

3. 将“工作衡量”改为“作业测定”，其中“工作抽样”的内容更为详细，并补充了例题。

4. 各章都增加了复习与思考题，以帮助读者更好地掌握每一章节的内容。

鉴于作者水平有限，不妥之处在所难免，望读者批评、指正。

范中志
1996年6月

目 录

第一篇 工业工程概论

第一章 工业工程及其发展	1
第一节 工业工程的概念	1
一、工业工程的定义	1
二、工业工程的研究目标	1
三、工业工程学科的范畴	3
四、工业工程学科的性质	3
五、工业工程的特点	4
第二节 工业工程的发展简史	5
一、工业工程的起源	9
二、工业工程的发展历程	9
三、现代工业工程发展趋势	11
四、工业工程在我国的应用与发展	14
复习与思考题	22
第二章 工业工程的应用技术与工作研究	23
第一节 工业工程的常用技术	23
一、工业工程的应用领域和常用技术	23
二、制造业中的工业工程	24
第二节 工业工程基础(工作研究)概述	28
一、工业工程基础(工作研究)的内容	28
二、工业工程基础(工作研究)的目的	30
三、工业工程基础(工作研究)的实施步骤	33
复习与思考题	36
第三章 生产率管理	37

第一节 生产率和生产率管理的概念	37
一、生产率的定义	37
二、生产率的分类	38
三、提高生产率的意义	39
四、生产率管理	44
五、工业企业生产率的测定、分析概述	45
第二节 投入因素生产率的测定与分析	48
一、劳动生产率的测定与分析	49
二、物耗生产率的测定与分析	57
第三节 总生产率的测定与分析	61
第四节 经济效益的测定与分析	64
第五节 影响企业生产率的因素	68
一、影响企业生产率的内部因素	68
二、影响企业生产率的外部因素	70
三、提高生产率的方法	71
复习与思考题	75

第二篇 方法研究

第四章 方法研究概述	77
第一节 方法研究的概念	77
一、方法研究的定义	77
二、方法研究的目的	77
三、方法研究的特点	78
第二节 生产过程	78
一、自然过程	78
二、劳动过程	79
第三节 方法研究的内容	82
一、程序分析	82
二、操作分析	82
三、动作分析	83

复习与思考题	83
第五章 程序分析	84
第一节 程序分析的基本知识	84
一、程序分析符号	84
二、程序分析技巧	85
三、程序分析的图表	88
四、程序分析的改善对象	88
第二节 工艺程序分析	89
一、工艺程序分析的意义与内容	89
二、工艺程序图的构成	90
三、工艺程序图的实例分析	95
第三节 流程程序分析	100
一、流程程序分析的意义与内容	100
二、流程程序图的构成	101
三、流程程序图的实例分析	103
第四节 线路图分析	116
一、线路图的作用与画法	116
二、线路图的实例分析	118
第五节 线图分析	126
一、线图的用途与制作	126
二、线图的实例分析	127
复习与思考题	130
第六章 操作分析	132
第一节 人机操作分析	132
一、人机操分析的意义与目的	132
二、人机操作程序图的构成	132
三、人机操作程序图的实例分析	134
四、闲余能量分析	139
第二节 联合操作分析	141
一、联合操作分析的意义与目的	141

二、联合操作分析图的画法	142
三、联合操作实例分析	142
第三节 双手操作分析	148
一、双手操作分析的意义与作用	148
二、双手操作程序图	149
三、双手操作程序图的分析要点	152
四、双手操作程序图实例分析	153
复习与思考题	157
第七章 动作分析	159
第一节 动作分析的基本知识	159
一、动作分析的意义与目的	159
二、动作分析的方法	159
三、动素的名称、定义及形象符号	160
四、动素性质划分	172
第二节 动作经济原则	172
复习与思考题	197

第三篇 作业测定

第八章 作业测定概述	199
第一节 作业测定的概念	199
一、作业测定的定义	199
二、作业测定的目的	201
三、作业测定的应用	202
四、作业测定的方法和工作阶次	202
第二节 工时消耗及标准时间的构成	204
一、工时消耗	204
二、传统工时的计算	208
三、标准时间与工时定额	209
复习与思考题	211

第九章 时间研究	212
第一节 时间研究概述	212
一、时间研究的概念	212
二、时间研究的工具	213
第二节 时间研究的步骤	218
第三节 时间研究应用实例	235
第四节 评比训练及评比方法	238
一、速度评比和评比训练	238
二、平准化法	239
复习与思考题	243
第十章 工作抽样	244
第一节 工作抽样概述	244
一、工作抽样的概念	244
二、精确度和观测次数	245
第二节 工作抽样的步骤	249
第三节 工作抽样应用实例	261
复习与思考题	271
第十一章 预定时间标准	272
第一节 预定时间标准概述	272
一、预定时间标准法的概念	272
二、预定时间标准的特点	273
第二节 模特法的基本概念	274
一、模特法的原理	274
二、模特法的时间单位	276
三、模特法的动作分类及其代号	278
四、模特法的特点	280
五、模特法分析记录表	282
第三节 模特法的动作分析	283
一、基本动作——上肢动作	283

二、基本动作——下肢和腰的动作	291
三、辅助动作	292
第四节 动作的改进	295
第五节 应用模特法制定标准时间	301
第六节 模特法实例	304
一、应用 $\epsilon \phi P$ 法确定各工位工作量	304
二、流水线记录	321
三、平整流水线	321
复习与思考题	322
参考文献	324

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。

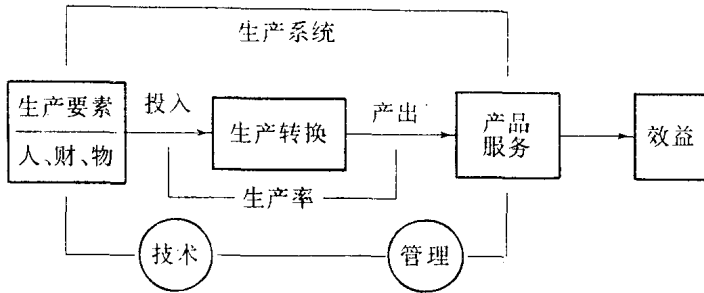


图 1-1 投入产出系统

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方法两个方面,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),也有子系统设计(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