

普通高等学校工业工程专业系列教材

基础工业工程

Fundamental Industrial Engineering

主 编 王有远

副主编 尹春建 张顺堂

清华大学出版社

普通高等学校工业工程专业系列教材

基础工业工程

Fundamental Industrial
Engineering

主 编 王有远

副主编 尹春建 张顺堂

参 编 乐承毅 伍建军 孙士平 杜涛 尹懿

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书作为工业工程专业核心主干课程的教材之一,全面系统地阐述了工业工程的基本理论、应用原则和方法。全书分4篇,共10章。第1篇介绍工业工程的基本概念、发展历程、研究内容及体系结构等;第2篇介绍程序分析、操作分析和动作分析的技术与方法等;第3篇介绍时间研究、工作抽样、预定时间标准法等作业测定技术,以及工时定额的理论与方法等;第4篇介绍现场管理的基本概念、5S管理、目视管理、定置管理、异常管理与防错法等。

本书可作为高等院校工业工程、管理工程及工科相关专业本科生、研究生的教材,也可作为工业工程培训及相关工程技术与管理人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

基础工业工程/王有远主编.--北京:清华大学出版社,2014

普通高等学校工业工程专业系列教材

ISBN 978-7-302-34721-7

I. ①基… II. ①王… III. ①工业工程—高等学校—教材 IV. ①F402

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第292356号

责任编辑:张秋玲 洪 英

封面设计:常雪影

责任校对:王淑云

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×230mm 印 张:16.75 字 数:363千字

版 次:2014年3月第1版 印 次:2014年3月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:35.00元

在人类的发展史上,任何一门科学技术的产生和发展都有其深刻的社会、经济及生产力发展的原因。工业工程(Industrial Engineering, IE)起源于 20 世纪初的美国,为美国经济腾飞贡献非凡,它以现代工业化生产为背景,在发达国家得到了广泛应用。现代工业工程是以大规模工业生产及社会经济系统为研究对象,在制造工程学、管理科学和系统工程学等学科基础上逐步形成和发展起来的一门交叉的工程学科。工业化强国在第一、二次世界大战中均受益于工业工程。特别是战后经济恢复期,日本、德国等均在工业企业中大力推广工业工程的应用和培养工业工程人才,获得了良好的效果。

Industry 既有工业之意,又可译为产业,也可称为产业工程。工业工程不仅对工业制造业,对服务业、农业等产业有作用,对现代社会人类生产生活各个方面都大有益处,因为应用工业工程可以靠人的智慧节约资源、提高效率、保障质量,是工业化和经济发展的规律性手段和重要方法。作用之大令人震惊,美国战时可以做到每小时出产一架 B-24“解放者”轰炸机,严格的质量控制保障了千万亿枪支弹药的威力,所以麦克阿瑟认为是工业工程帮助美国打赢了两场世界大战,并把它引进到战后的日本。麦克阿瑟聘请的专家朱兰博士将工业工程称之为“美国在世界上最值得夸耀的成果”。丰田方式的创始人大野耐一曾评说:“20 世纪 50 年代全日本都在研究工业工程,这种赚钱的技术,所谓丰田生产方式就是丰田式的工业工程。”日本在 20 年间成为世界第二大经济体,丰田至今都是世界上最赚钱的公司,成功不仅有原因,而且一定有方法。韩国、新加坡及我国的台湾、香港地区等所谓“亚洲四小龙”20 世纪 60 年代引进工业工程,也取得了令人瞩目的经济成就。受益最深的当属雇员过百万的富士康,其总裁郭台铭甚至说:“工业工程无处不在,工业工程无所不能。”台湾地区大学和专科院校几乎都设有工业工程专业,也让台积电、台塑等公司成长为世界级企业。目前,在大陆的台资企业都设有工业工程部和工业工程工程师岗位。

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)的正式成立,以及首届工业工程学术会议在天津大学的顺利召开,标志着我国工业工程学科步入了一个崭新的发展阶段。推广工业工程,人才必须先行。1997 年,国家教育部将 IE 正式设立为管理科学与工程一级学科下属的二级学科,时至今日,全国开设工业工程专业的高校已有

206 所(几乎所有重点大学均设立 IE 专业),设立工业工程工程硕士的高校 66 所,设立工业工程博士的高校 30 余所。发展速度之快,令世界瞩目。

我国走新型工业化道路,就要发展资源节约型、环境友好型的现代产业,而工业工程正是助力企业走出低效率、高污染、低质量保障、低效益泥潭的发动机,更是推动工业化与信息化融合、不断创新的核心动力。

当前,我国推行工业工程,工业工程高水平人才的培养是急需解决的问题之一。教材建设是培养工业工程人才的基础,本书的出版,无疑对我国 IE 教学和促进 IE 在我国的应用和发展具有积极的促进作用。

齐二石 教授

教育部工业工程类学科教学指导委员会主任

科技部创新方法研究会管理技术分会理事长

中国机械工程学会工业工程分会主任

天津大学原管理学院院长

2013 年 12 月于天津

工业工程是融工程技术和和管理为一体的一门学科,以提高系统效率和效益为目标,其综合运用自然科学、社会科学和工程技术,以实现生产要素的合理配置,优化运行,从而不断降低成本,提高产品质量及生产效率。改革开放后,我国企业面临着资源利用率低、质量和效益不高、环境适应性较差、国际竞争力及创新能力亟待增强等问题,工业工程是企业挖掘潜力、增强实力和赢得竞争优势的有效工具。随着体制改革和市场经济的发展,工业工程将在国民经济建设中发挥越来越重要的作用。

本书作为工业工程专业核心主干课程的教材之一,全面系统地阐述了基础工业工程的基本概念、基本原理、工作研究方法与应用,介绍了企业推广应用工业工程的方法和步骤。同时,引入了企业实施工业工程的案例,旨在使读者树立工业工程意识,掌握工业工程知识、技术及应用技能,学会综合运用工业工程知识解决生产实际问题的方法。本书融合了作者教学实践和有关研究成果,为适应当前企业管理的需求,加强了现场管理方法与技术的内容,体现了工业工程实践性强的特点。本书可作为高等学校的本科生教材,也可作为企事业单位工业工程技术人员的参考书。

全书分4篇,共10章。第1篇主要介绍工业工程的基本概念、发展历程、研究内容及体系结构;第2篇主要介绍程序分析、操作分析和动作分析的技术与方法;第3篇主要介绍时间研究、工作抽样、预定时间标准法等作业测定技术,以及工时定额的理论与方法;第4篇介绍现场管理的基本概念、5S管理、目视管理、定置管理、异常管理与防错法等。

本书由南昌航空大学工业工程研究所所长王有远教授任主编;华东交通大学尹春建副教授、山东工商学院张顺堂教授任副主编;具体编写分工如下:第6、7、9章由王有远编写;第3、5章由尹春建编写;第2章由张顺堂编写;第1章由尹春建、南昌航空大学杜涛、南昌工程学院尹懿编写;第4章由江西理工大学伍建军、南昌航空大学孙士平编写;第8章由南昌航空大学乐承毅编写;第10章由王有远、张顺堂编写。全书由王有远统稿。南昌航空大学姜俊华教授、南昌大学黄定成副教授提出了宝贵意见,谢成明和朱腾建绘制了部分图表。



在此,我们深表感谢!

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

限于编者水平,书中不妥和错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 12 月

第1篇 工业工程概论

第1章 工业工程概述	3
1.1 工业工程的概念	3
1.1.1 工业工程的定义	3
1.1.2 工业工程的目标	4
1.1.3 工业工程的基本职能	4
1.1.4 工业工程的意识	5
1.2 工业工程的产生与发展历程	6
1.2.1 工业工程的起源	6
1.2.2 工业工程的发展历程	8
1.2.3 现代工业工程的新发展	9
1.3 工业工程的研究内容	10
1.3.1 工业工程学科的范畴	10
1.3.2 工业工程技术人员职责	10
1.3.3 工业工程的应用领域	11
1.4 生产率与生产率管理	12
1.4.1 生产率	12
1.4.2 生产率管理	14
1.4.3 影响生产率的因素及提高途径	15
思考题	17

第2篇 方法研究

第2章 方法研究	21
2.1 方法研究概述	21

2.2	方法研究的内容与层次·····	23
2.3	方法研究的基本步骤·····	25
	思考题·····	26
第3章	程序分析 ·····	27
3.1	程序分析概述·····	27
3.2	工艺程序分析·····	31
3.2.1	工艺程序分析的概念·····	31
3.2.2	工艺程序图·····	31
3.2.3	工艺程序分析的应用·····	33
3.3	流程程序分析·····	37
3.3.1	流程程序分析概述·····	37
3.3.2	流程程序图·····	37
3.3.3	流程程序分析的应用·····	40
3.4	线路图分析·····	49
3.4.1	线路图的概念·····	49
3.4.2	线路图的应用·····	50
3.5	线图分析·····	54
3.5.1	线图的概念·····	54
3.5.2	线图的应用·····	56
3.6	管理事务分析·····	58
3.6.1	管理事务分析概述·····	58
3.6.2	管理事务分析工具·····	59
3.6.3	管理事务分析的应用·····	59
	思考题·····	62
第4章	操作分析 ·····	65
4.1	操作分析概述·····	65
4.2	人机操作分析·····	66
4.2.1	人机操作分析概述·····	66
4.2.2	人机操作图·····	66
4.2.3	人机操作分析内容·····	67
4.2.4	人机操作分析的案例分析·····	69
4.3	联合操作分析·····	74
4.3.1	联合操作分析概述·····	74



4.3.2 联合操作分析图	75
4.3.3 联合操作分析的案例分析	75
4.4 双手操作分析	80
4.4.1 双手操作分析的概念和作用	80
4.4.2 双手操作程序图	81
4.4.3 双手操作分析的案例分析	82
思考题	87
第5章 动作分析	88
5.1 动作分析概述	88
5.1.1 动作分析的基本概念	88
5.1.2 动作分析的方法	89
5.2 动素分析	90
5.2.1 动素分析的基本要素——动素	90
5.2.2 动素分析的用途	93
5.2.3 动素分析图表	94
5.2.4 动素分析的过程	94
5.3 动作经济原则	97
5.3.1 动作经济原则的4项基本原则	97
5.3.2 动作经济原则的具体内容	97
5.3.3 动作经济原则的归纳及应用	98
思考题	109

第3篇 作业测定

第6章 作业测定的概念及劳动定额	113
6.1 作业测定的概念	113
6.1.1 作业测定的定义	113
6.1.2 作业测定的主要方法	114
6.1.3 作业测定的常用工具	116
6.2 劳动定额的制定与管理	117
6.2.1 劳动定额概述	117
6.2.2 劳动定额的种类	118
6.2.3 劳动定额的作用	120
6.2.4 劳动定额的制定方法	121

6.2.5 劳动定额的管理	124
思考题	126
第7章 时间研究	127
7.1 时间研究概述	127
7.2 时间研究的步骤与方法	128
7.2.1 时间研究的准备	128
7.2.2 划分操作单元	128
7.2.3 测时	129
7.2.4 评定正常时间	135
7.2.5 确定宽放时间	136
7.2.6 确定标准时间	139
7.3 常用的评定方法	139
7.3.1 速度评定法	139
7.3.2 平准化法	141
7.3.3 客观评定法	144
7.3.4 合成评定法	146
思考题	147
第8章 工作抽样	148
8.1 工作抽样概述	148
8.1.1 工作抽样的概念	148
8.1.2 工作抽样的应用	150
8.1.3 工作抽样的特点	151
8.1.4 工作抽样与秒表测时研究比较	152
8.2 工作抽样的方法与步骤	153
8.2.1 工作抽样的方法	153
8.2.2 工作抽样的步骤	155
8.3 工作抽样的应用实例	164
思考题	170
第9章 预定时间标准法	171
9.1 预定时间标准法概述	171
9.1.1 预定时间标准法的概念	171
9.1.2 预定时间标准法的特点	173

9.1.3 预定时间标准法的用途	173
9.2 模特法	174
9.2.1 模特法的原理	174
9.2.2 模特法的特点	176
9.2.3 模特法的动作分类及其代号	178
9.3 模特法的动作分析和动作改进	180
9.3.1 模特法的动作分析	180
9.3.2 模特法的动作改进	189
9.4 模特法的应用	192
9.4.1 应用模特法制定标准时间	192
9.4.2 应用模特法进行作业改善	194
9.4.3 应用模特法平整流水线	196
思考题	201

第4篇 现场管理

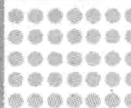
第10章 现场管理	205
10.1 现场管理概述	205
10.1.1 现场管理的主要内容	206
10.1.2 现场管理的特点	207
10.1.3 现场管理的原则	208
10.2 5S管理	209
10.2.1 5S管理概述	209
10.2.2 5S管理的内容	210
10.2.3 5S管理的延伸——6S	216
10.2.4 开展5S活动的常用工具	217
10.2.5 5S活动推行步骤	220
10.2.6 5S应用案例	223
10.3 目视管理	224
10.3.1 目视管理概述	224
10.3.2 目视管理的内容与常用方法	226
10.3.3 目视管理的实施	230
10.4 定置管理	231
10.4.1 定置管理概述	231
10.4.2 定置管理的内容	232



10.4.3 定置管理的实施	238
10.5 异常管理与防错法	239
10.5.1 异常管理	239
10.5.2 防错法	246
思考题	252
参考文献	253

第1篇

工业工程概论



1.1 工业工程的概念

1.1.1 工业工程的定义

工业工程(Industrial Engineering, IE)是 19 世纪初出现的一门技术与管理相结合的学科,其不仅是一门实践性、实用性很强的工程技术,也是一门具有明显管理特征的现代管理技术。

工业工程的发展迄今已有一个多世纪了,随着理论研究和实践需要的不断发展,IE 涉及的范围越来越广泛,研究的内容也不断深化和充实。在其形成和发展过程中的不同阶段,不同国家和不同组织的学者对工业工程下过多种定义。

美国工业工程师协会(American Institute of Innovation&Entrepreneurship, AIIE)在 1995 年将 IE 定义为:“工业工程是对人员、物料、设备、能源和信息组成的集成系统进行设计、改善和实施的工程技术,它综合运用数学、物理学和社会科学的专门知识和技术,结合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。”该定义是目前被广泛采用的定义,并被美国国家标准学会(American National Standards Institute, ANSI)采用,作为标准术语收入美国国家标准。

日本工业工程协会(Japan Institute of Industrial Engineering, JIIE)于 1959 年在 AIIE 对 IE 的定义的基础上略加修改后,将工业工程定义为:“IE 是对人、材料、设备所集成的系统进行设计、改善和实施。为了对系统的成果进行确定、预测和评价,在利用数学、自然科学、社会科学中的专门知识和技术的同时,还采用工程上的分析和设计的原理和方法。”随着 IE 长期在日本的广泛应用和取得的成果,IE 在理论上和方法上都取得了很大的发展。JIIE 对 IE 重新定义为:“IE 是这样一种活动,它以科学的方法,有效地利用人、财、物、信息、时

间等资源,优质、廉价并及时地提供市场所需要的商品和服务,同时探求给从事这些工作的人们带来满足和幸福的各种方法。”

也有学者将 IE 的定义简化成“IE 是质量和生产率的技术和人文状态”或者“IE 是用软科学的方法获得最高的效率和效益”。

对 IE 的定义虽然有多种不同的描述,但各种定义都说明:

(1) IE 的学科性质: IE 是一门技术与管理相结合的交叉学科。

(2) IE 的研究对象: IE 的研究对象是由人员、物料、设备、能源、信息组成的各种生产经营管理系统以及服务系统。

(3) IE 的研究方法: IE 综合运用数学、物理学以及社会科学中的专门知识和工程学中的分析、规划、设计等理论,特别是系统工程的理论、方法和计算机系统技术。

(4) IE 的任务: IE 的任务就是将人员、物料、设备、能源和信息等要素融合为一个集成系统,并不断提升这个系统的效率,实现有效运行。

(5) IE 的目标: IE 以提高系统运行效率,降低系统运行成本,保证系统输出质量为目标,最终获得多方面的综合效益。

(6) IE 的功能: IE 的功能是对生产系统进行规划、设计、评价和创新。

1.1.2 工业工程的目标

企业的管理者希望以最小的投入得到最大的产出,即获取最大的效益。如何将企业的投入以最有效的组合达到高效率、高质量、低成本、准时交付、浪费少等,这就是近代工业工程迅速发展的原因。工业工程比企业管理起步晚,但是 20 世纪中期以后在美国、日本等国家的发展相当快,几乎取代了大部分的传统管理工作。

著名工业工程专家希克斯(Philip E. Hicks)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出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。”

工业工程的目标是使生产系统投入的要素得到有效的利用,并降低成本,保证质量和安全,提高生产率,获得最佳效益。即其目标是将人、原材料、设备等放到一个立体空间内,使其统一地、巧妙地、最佳地组合在一起,进行综合分析,统一设计,全面改善,整体确定,以实现各种要素的合理配置,优化运行,达到低成本、低消耗、安全、优质、准时和高效。

1.1.3 工业工程的基本职能

工业工程是综合运用工业知识和系统工程的概念和方法,将人力、物质、装备、技术和信息等组成有效的综合系统,其所从事的规划、设计、评价和创新等活动,为管理提供科学依据。工业工程的基本职能包括规划、设计、评价和创新 4 个方面。