

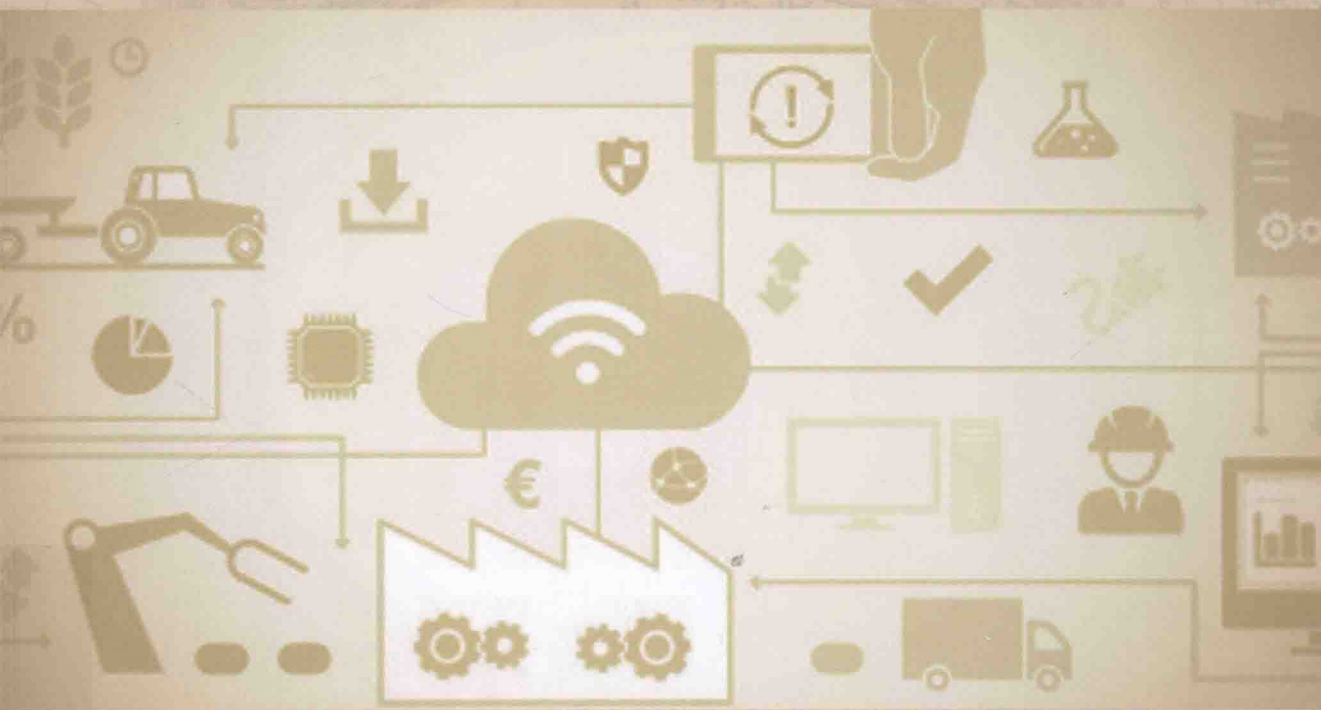


普通高等教育“十一五”国家级规划教材
“十二五”江苏省高等学校重点教材
工业工程专业新形态系列教材

基础工业工程

(第三版)

蔡啟明 张 庆 谢乃明 徐洪江 编著



科学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



“十二五”江苏省高等学校重点教材 (编号: 2014-1-116)

工业工程专业新形态系列教材

基础工业工程

(第三版)

蔡啟明 张 庆 谢乃明 徐洪江 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书被评为“十二五”江苏省高等学校重点教材。全书分为四大部分，一是导论部分，主要介绍工业工程的基本概念、发展史等；二是方法研究部分，主要介绍流程分析、程序分析、操作分析和动作分析的技术和方法；三是时间研究部分，主要介绍作业测定、工时定额有关的理论和方法；四是现场管理部分，主要介绍现场管理的基本概念、5S 管理、定制管理、目视管理和班组管理等。

本书既可作为高等院校的工业工程专业本科生教材，亦可作为企业工业工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

基础工业工程/蔡啟明等编著. —3 版. —北京: 科学出版社, 2016.9
普通高等教育“十一五”国家级规划教材 工业工程专业新形态系列教材
ISBN 978-7-03-049258-6

I. ①基… II. ①蔡… 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 (2016) 第 149313 号

责任编辑: 兰 鹏 / 责任校对: 杜子昂
责任印制: 张 伟 / 封面设计: 蓝正设计

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 10 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2009 年 5 月第 二 版 印张: 17 3/4

2016 年 9 月第 三 版 字数: 420 000

2016 年 9 月第十一次印刷

定价: 39.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

总 序

我国是制造业大国，但还称不上制造业强国。实现从粗放式管理向以集成化、信息化、网络化为特征的精益管理转变，是提升我国制造业核心竞争力、迈向全球制造业强国的必由之路。工业工程作为一门帮助提升产品与服务质量、提升管理水平与效能、降低运营成本、实现绿色发展的交叉学科，在我国由制造业大国向制造业强国的转变中将扮演至关重要的角色。

根据教育部高等学校工业工程类专业教学指导委员会所制定的《工业工程类专业本科教学质量国家标准》中的定义，工业工程(industrial engineering, IE)是应用自然科学与社会科学知识，特别是工程科学中系统分析、规划、设计、控制和评价等手段，解决生产与服务系统的效率、质量、成本、标准化及环境友好等管理与工程综合性问题的理论和方法体系，具有交叉性、系统性、人本性与创新性等特征，适用于国民经济多种产业，在社会与经济发展中起着重要的积极推动作用，亦可称为产业工程。

我校工业工程专业办学历史较长，是全国工业工程专业发起高校之一。1985年，在管理工程专业下设置了工业工程专业方向招收本科生。1995年，经国务院学位委员会办公室批准设立了工业工程硕士点，这是江苏省高校中的唯一的工业工程硕士点。1998年教育部调整本科专业目录后，便直接以工业工程专业名称面向全国招收本科生。1999年经国务院学位委员会办公室批准获得了工业工程领域工程硕士专业学位授予权，是国内最早获得该专业学位授予权的高校之一。2000年，工业工程成为管理科学与工程一级学科博士点的主要研究方向，至此，工业工程在我校形成了从本科至博士后完整的人才培养体系。

围绕工业工程专业人才的培养，我校建成了两个国家级人才培养模式创新实验区。2005年，工业工程被评为江苏省工业工程领域首批唯一的品牌专业，2012年，该专业被评为江苏省唯一以工业工程为核心专业的重点专业类，同年，被评为工业和信息化部工业工程领域唯一的重点专业。2015年，列入江苏省高校品牌专业建设工程进行重点建设。2011~2015年由中国统计出版社出版的《挑大学选专业——高考志愿填报指南》将我校工业工程专业与清华大学、上海交通大学同列前三甲。我校工业工程专业自成立以来，在成长中不断进步、逐渐成熟。经过多年探索，建成工业工程创新人才培养的“三链”(教学资源保障链、实习实践保障链、能力拓展保障链)体系，形成了“工—管—理”深度交叉的创新人才培养新模式，先后获得了两项江苏省高等学校教学成果一等奖和一项二等奖。建成了一个国家级教学团队、两个省级创新团队。我校还是江苏省机械工程学会工业工程专业委员会的主任委员单位，是全国工业工程专业教学指导委员会副主任委员单位，华东地区工业工程教学与专业发展学会发起单位之一。

加强教学资源建设是我院工业工程专业建设的重要抓手之一。我们提出以“教材”作为教学资源建设的切入点，以教材建设牵引教学团队能力提升。为此，我们积极打造特色

化精品教材，2005 年与科学出版社共同策划，在全国范围最早推出了工业工程专业系列教材，并被众多高校选用，多数教材数次印刷，受到师生好评。2014 年，我们又与电子工业出版社合作出版了 12 本工业工程领域工程硕士学位系列教材，这是我国工业工程领域工程硕士的首套系列教材。“十一五”“十二五”期间，我们组织教师编写、出版教材 40 余种，其中，9 部教材入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材，4 部教材入选“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材，3 部教材入选工业和信息化部“十二五”规划教材，《应用统计学》被评为国家精品教材，6 部教材被评为江苏省精品教材和重点教材。一批优秀教材的出版为工业工程人才培养质量的不断提高奠定了坚实的基础。

随着教学改革不断推进，特别是互联网与多媒体时代背景对高校教育教学改革提出了新的要求，慕课、翻转课堂相继出现，同时对教材的内容与形式也提出了新的挑战，这次对系列教材进行第二次整体修订，充分考虑了这种需求的变化，参照《工业工程类专业本科教学质量国家标准》对工业工程基础课程与专业课程要求，同时融入了作者近年来取得的教学改革成果，在修订过程中，一方面继续保持系列教材简明扼要、深入浅出、通俗易懂、易于自学的特点；另一方面我们力求通过数字化形式融入更加丰富的学习素材，并且大力邀请领域内有着丰富工作经验的相关企业人员参与教材的补充完善，以持续地提升教材质量，履行读者至上的承诺。

在教材的出版与使用过程中，同行们通过会议、邮件、电话、微信等多种方式给予我们许多支持与鼓励，也无私地给出了许多富有建设性的反馈意见，对此我们深表感谢！我们殷切希望广大读者在使用中继续帮助我们不断改进提升。

系列教材的再版得到了南京航空航天大学教材出版基金和江苏省高校品牌专业建设工程专项资金的资助，在此，特表深深的谢意！同时也特别感谢科学出版社的大力支持，他们不仅为教材出版辛勤地付出了许多，而且有着一种可贵的与时俱进精神。

周德群

教育部高等学校工业工程类专业教学指导委员会副主任委员
南京航空航天大学经济与管理学院院长、教授、博士生导师

2016 年 5 月

前言



课程教学大纲

工业工程是融工程技术和管理为一体的一门学科,其对提高企业运营系统的综合效率和效益,实现企业的可持续发展具有不可替代的重要作用。在“中国制造”向“中国创造”的转变中,工业工程师肩负着更为重要的任务,我国企业对工业工程人才的需求正在迅猛增加,工业工程师已经成为深受欢迎和尊重的职业。工业工程师在系统分析、系统优化、系统集成方面发挥着重要的作用。

基础工业工程是工业工程专业的主要专业基础课程之一,是学习工业工程专业其他专业课的先导课程,本书力争系统全面地向读者介绍工业工程的基本原理、方法研究、时间研究和现场管理的理论和方法体系,旨在使读者建立工业工程总体概念,认识工业工程学科特点和目标,树立工业工程意识,掌握基础工业工程知识、技术及其应用技能,学会运用基础工业工程的原理和方法解决生产实际问题。本书既适用于高等院校的本科生作教材,亦适用于企业工业工程技术人员作参考书。

本书第一版于2005年10月出版,2009年5月完成了第一次修订,并被选为普通高等教育“十一五”国家规划教材,2015年被选为“十二五”江苏省高等学校重点教材(编号:2014-1-116)。本次修订进一步完善了基础工业工程的理论和方法体系,在第1章中删除了1.5节生产率概述,在第2章中将2.1节流程管理与管理流程,修改为流程与流程管理,并将内容作了匹配性的调整。在第5章动作分析中,将原5.1节与5.2节合并,删除了对动素的详细描述,并进行了浓缩。在第7章工时定额中,将7.4节更改为工时定额制定的新发展,并根据提纲撰写了相应的内容。在第8章现场管理中,增加了8.4节目视管理一节内容。并将作者近年来为更多企业实施工业工程项目的实际案例补充到了书中,使每章的案例更具有可读性和应用参考性。

本书充分吸收国内外相关教材的优点,使本书无论是结构上还是内容上更趋于合理。本书共分为以下四大部分。

第一部分为导论,主要介绍工业工程的基本概念、发展史等。读者通过这一部分的学习,能够对工业工程及其意识有一个总的了解和认识。

第二部分为方法研究,主要介绍流程分析、程序分析、操作分析和动作分析的技术和方法。通过这部分的学习,读者能够对企业经营活动过程中基本运作流程及如何分析和提高人机系统整体效率有一个准确的识别和认识。

第三部分为时间研究,主要介绍作业测定、工时定额有关的理论和方法。通过这一部分的学习,读者能够全面了解与掌握时间研究的主要内容,为在企业工作中制定科学合理的工时定额打下良好的基础。

第四部分为现场管理,主要介绍现场管理的基本概念、5S管理、定置管理、目视管理和班组管理等。这一部分的学习,可使读者详细了解企业的现场管理方法,能有效地提高读者企业现场管理的能力。

本书由南京航空航天大学经济与管理学院管理科学与工程系蔡啟明教授、张庆副教授、谢乃明教授、南京佑佐管理咨询有限公司副总经理徐洪江博士等共同编写。书稿的第1章由蔡啟明教授编写；第2章由蔡啟明教授和徐洪江博士共同编写；第3章由蔡啟明教授、谢乃明教授和徐洪江博士共同编写；第4章、第5章由蔡啟明教授和谢乃明教授共同编写；第6章、第7章由张庆副教授编写；第8章由庄品副教授编写。在本书的编写过程中南京佑佐信息资讯有限公司唐志宏副总经理、南京理工大学经济与管理学院段光博士、南京佑佐管理咨询有限公司何立兵咨询师、南京航空航天大学经济与管理学院研究生金帅、臧乐平、张旭、刘爽腾、詹梦诗、潘攀、施书生、赵建、赵磊洲、敖雪、梁浩、陈凡、蔡雨菲等做了大量的资料收集和整理工作，在此表示深深的感谢！

限于作者水平，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指教，本书作者愿和各位一起为工业工程技术在中国的发展作出贡献！

作 者

2016年5月

目 录

第 1 章 工业工程概述	1
1.1 工业工程的定义和职能	1
1.1.1 工业工程的定义	1
1.1.2 工业工程与管理	3
1.2 工业工程的发展史	4
1.2.1 工业工程的起源	4
1.2.2 工业工程的发展历程	6
1.2.3 我国工业工程的发展与应用	10
1.3 工业工程的特征和意识	13
1.3.1 工业工程的基本特征	13
1.3.2 工业工程的意识	16
1.4 工业工程的主要研究内容	17
1.4.1 工业工程的知识范畴与人才素质	17
1.4.2 工业工程的应用范围和常用技术	18
1.4.3 制造业中的工业工程	19
第 2 章 流程分析	22
2.1 流程与流程管理	22
2.1.1 流程的定义	22
2.1.2 流程的分类	23
2.1.3 流程管理	26
2.2 流程的描述方法	27
2.2.1 流程图简介	27
2.2.2 跨职能流程图符号说明	28
2.2.3 跨职能流程图举例	28
2.2.4 流程节点描述	30
2.3 流程分析与优化	34
2.3.1 流程分析与优化的指导思想和作用	34
2.3.2 流程优化步骤	36
2.3.3 流程诊断	38
2.3.4 流程复现	38
2.3.5 流程优化	39
2.3.6 差异论证	47
2.3.7 流程实施	48

2.3.8 流程分析与优化分析实例	50
第3章 程序分析	57
3.1 程序分析概述	57
3.1.1 程序分析的定义、对象和目的	57
3.1.2 程序分析符号	58
3.1.3 程序分析技巧	58
3.1.4 程序分析时的相应图表	60
3.1.5 程序分析的改善对象	61
3.2 工艺程序分析	62
3.2.1 工艺程序图的内容	62
3.2.2 工艺程序图的构成及绘制方法	62
3.2.3 工艺程序图的用途	63
3.2.4 工艺程序图的分析	64
3.2.5 工艺程序图分析实例	64
3.3 流程程序分析	66
3.3.1 流程程序图的意义与内容	66
3.3.2 流程程序图的构成	67
3.3.3 流程程序图的作业分析	68
3.3.4 流程图分析实例	72
3.4 线路分析	77
3.4.1 线路图的意义与内容	77
3.4.2 线路图的种类	77
3.4.3 线路图的绘制要求	77
3.4.4 线路图的分析	80
3.4.5 线路图分析实例	80
第4章 操作分析	86
4.1 概述	86
4.1.1 操作分析的基本概念	86
4.1.2 影响操作的因素	87
4.1.3 操作分析的基本要求	88
4.2 人机程序图	89
4.2.1 人机程序图的基本概念	89
4.2.2 人机程序的分析	91
4.2.3 人机程序图分析实例	93
4.3 操作程序图	98
4.3.1 操作程序图的基本概念	98
4.3.2 操作程序图的分析	99
4.3.3 操作程序图分析实例	100

4.3.4 操作标准化.....	103
4.4 工组操作程序图.....	104
4.4.1 工组操作程序图的基本概念.....	104
4.4.2 工组操作程序图的分析.....	105
4.4.3 工组操作程序图分析实例.....	105
第5章 动作分析	110
5.1 动作分析概述.....	110
5.1.1 动作分析的基本概念.....	110
5.1.2 动作分析的目的意义和作用.....	112
5.1.3 动作分析的方法.....	113
5.1.4 影响动作时间的变量(因素).....	114
5.1.5 动作分析式.....	115
5.2 动作程序图.....	115
5.2.1 动作程序图的定义和作用.....	115
5.2.2 动作程序图的构成与绘制.....	116
5.2.3 动作程序图分析实例.....	116
5.3 动作经济原则.....	118
5.4 预定动作时间标准及模特排时法.....	132
5.4.1 预定动作时间标准的概念及其特点.....	132
5.4.2 模特排时法.....	134
第6章 作业测定	157
6.1 作业测定概述.....	157
6.1.1 作业测定的定义.....	157
6.1.2 作业测定的目的.....	158
6.1.3 作业测定的应用.....	158
6.1.4 作业测定的主要方法及特点.....	158
6.1.5 作业测定方法制定时间标准的程序.....	159
6.2 工作日写实.....	160
6.2.1 工作日写实的一般原理.....	160
6.2.2 工作日写实的种类.....	161
6.2.3 工作日写实的步骤.....	162
6.3 测时法.....	169
6.3.1 测时法的概念和任务.....	169
6.3.2 测时法的步骤.....	169
6.3.3 测时法的四种方法.....	172
6.3.4 测时法分析实例.....	175
6.4 瞬时观察法.....	175
6.4.1 瞬时观察法的概念与特点.....	175

6.4.2	瞬时观察法的原理	176
6.4.3	瞬时观察法的一般步骤	179
6.4.4	瞬时观察法的主要用途	180
6.4.5	瞬时观察法分析实例	181
6.5	几种评比方法简介	182
6.5.1	问题的提出	182
6.5.2	速率的研究	182
6.5.3	西屋评定法	183
6.5.4	点数法	184
6.5.5	工作测定	184
6.5.6	评比的训练	185
第7章	工时定额	186
7.1	劳动定额的基本概念和种类	186
7.1.1	劳动定额的概念	186
7.1.2	劳动定额的表现形式	187
7.1.3	产量定额和工时定额的数量关系	187
7.1.4	劳动定额的种类	188
7.1.5	劳动定额的作用	189
7.1.6	劳动定额制定的影响因素	189
7.2	工时消耗的分类	190
7.2.1	工时消耗分类的目的	190
7.2.2	工时消耗分类体系	190
7.3	工时定额的制定方法及其技术分析	196
7.3.1	经验估工法	196
7.3.2	统计分析法	199
7.3.3	类推比较法	203
7.3.4	技术定额法	204
7.3.5	各种制定方法比较	205
7.4	工时定额制定的新发展	206
7.4.1	计算机辅助工时定额制定	207
7.4.2	应用神经网络辅助计算工时定额	209
7.4.3	基于企业资源计划系统工时定额的制定	212
第8章	现场管理	220
8.1	现场管理概述	220
8.1.1	现场管理的含义	220
8.1.2	现场管理的特点	221
8.1.3	现场管理的原则	222
8.1.4	现场管理的目的	223

8.1.5 现场管理的任务	224
8.2 5S 管理	226
8.2.1 5S 管理的概念	226
8.2.2 5S 管理的定义、目的、实施要领	227
8.2.3 开展 5S 活动的原则	237
8.2.4 5S 活动的实施方法	237
8.2.5 5S 管理的作用	240
8.2.6 5S 管理的发展	242
8.3 定置管理	244
8.3.1 定置管理的运作	245
8.3.2 定置管理的基本内容	249
8.3.3 定置管理应遵循的原则	249
8.3.4 定置管理的作用	251
8.3.5 定置管理容易出现的一些问题及改进措施	252
8.4 目视管理	256
8.4.1 目视管理的概述	256
8.4.2 目视管理的内容	258
8.4.3 目视管理的类别	259
8.4.4 目视管理的实施	261
8.4.5 目视管理的评估	262
8.5 班组管理	263
8.5.1 班组管理的定位	264
8.5.2 班组管理的基本原则	264
8.5.3 班组管理的主要方面	265
8.5.4 班组管理的基本方法	266
8.5.5 班组长的地位和作用	268

参考文献	272
------------	-----

第1章 工业工程概述

1.1 工业工程的定义和职能

1.1.1 工业工程的定义

工业工程(industrial engineering, IE)是一门提高生产效率和效益的技术。工业工程是在人们致力于提高工作效率、降低成本、保证质量的实践中产生的一门技术,它把技术和管理有机结合起来,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,从而实现提高生产率目标的工程科学,并且随着科学技术的发展和市场需求的变化,其内涵和外延还在不断丰富和发展。

工业工程是以规模化工业生产及工业经济系统为研究对象,以优化生产系统,提高劳动生产率和综合效益为追求目标,兼收并蓄运筹学、系统工程、工程心理学、管理科学、计算机科学、现代制造工程学等自然科学和社会科学的最新成果,发展成为包括多种现代科学知识的综合性、交叉性边缘学科。它伴随着工业生产的需求而诞生,随着技术的进步而发展,对提高企业发展水平和效益,促进国民经济发展起到了巨大的推动作用。工业工程在工业发达国家已经得到广泛推广和应用,并取得了明显成效,被公认为能杜绝各种浪费、挖掘内部潜力、有效地提高生产率和效益、增强企业竞争能力的实用技术。实践证明,在发展经济和工业生产各领域,科学技术和工程技术往往是推动生产力发展的关键性因素。工业工程正是在探索科学技术与管理相结合的背景下诞生的,并在其转化为现实生产力的过程中起到了相当重要的作用。工业工程的应用范围从最初的制造业扩大到其他领域,已涉及许多领域(如移动通信、互联网、物流、建筑业、交通运输、农场管理、医院、银行、超级市场、军事后勤、公共事业、政府部门),几乎涉及一切有组织的活动。

工业工程的发展迄今已有一个多世纪的历史。由于它涉及范围广泛,内容不断充实和深化,所以,在其形成和发展的过程中,不同时期、不同国家、不同组织和学者做过许多表达方式不尽相同的定义。

在日本,工业工程被称为经营工学,并被认为是管理技术。它以一门工程专业为基础,如机械工程、电子工程、化学工程、建筑工程等,其中最重要的基础为机械工程,机械、电子和信息是工业工程师必须学习和掌握的基础知识。

日本工业工程协会(Japaness Institute of Industrial Engineers, JIIE)成立于1959年。当时对工业工程的定义是在美国工业工程师学会(American Institute of Industrial Engineers, AIIE)于1955年的定义的基础上略加修改而制定的。其定义如下:“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。”

此后,根据美国工业工程师学会的修改和补充,日本工业工程协会对工业工程重新定义。其定义如下:“工业工程是这样一种活动,它以科学的方法,有效地利用人、财、物、信息、时间等经营资源,优质、廉价并及时地提供市场所需要的商品和服务,同时探求各种方法给从事这些工作的人们带来满足和幸福。”

这个定义简明、通俗、易懂,不仅清楚地说明了工业工程的性质、目的和方法,而且还特别把对人的关怀也写入了定义,体现了“以人为本”的思想。

在各种工业工程的定义中,最具权威性且今天仍被广泛采用的是美国工业工程师学会于1955年正式提出、后经修订的定义,其表达如下:“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。”

这个定义与1955年该协会最初提出的定义相比,有重要的补充,这就是将信息和能源补充到集成系统中去。不言而喻,这是具有时代意义的。该定义已被美国国家标准学会(American National Standards Institute, ANSI)采用为标准术语,收入美国国家标准Z94,即工业工程术语标准。它被认为是工业工程的基本定义。该定义表明工业工程实际是一门方法学,它告诉人们,为把人员、物资、设备、能源和信息等组成有效的系统,需要哪些知识,采用什么方法研究问题以及如何解决问题。

《美国大百科全书》(1982年版)解释为:“工业工程是对一个组织中人、物料和设备的使用及其费用作详细分析研究。这种工作由工业工程师完成,目的是使组织能够提高生产率、利润和效率。”

中国专业人士对工业工程的定义为:“综合运用各种专门知识和系统工程的原理和方法,为把生产要素(人员、物料、设备、能源和信息等)组成更富有生产力的系统所从事的规划、设计、评价和创新活动,同时为科学管理提供决策依据。”

以上工业工程的定义表明以下内容。

(1) 工业工程是一门技术与管理相结合的边缘学科。学科体系属于工程学范畴,具有工程技术与技术管理的双重属性。一方面,工业工程是从技术的角度研究和解决生产组织、管理中的问题。例如,通过流程优化、工艺分析、作业研究和时间研究等技术手段,达到稳定和提高产品质量、提高劳动生产率和经济效益的目的。另一方面,工业工程也为管理职能的实施提供技术数据。

(2) 工业工程研究的对象是由人员、物料、设备、能源和信息等要素组成的集成系统。

(3) 工业工程所采用的研究方法是数学、物理学等自然科学、社会科学中的特定知识和工程技术常用的分析归纳方法。

(4) 工业工程的研究任务是如何将人员、物料、设备、能源和信息等要素设计和建立一个集成系统,并不断改善,从而实现更有效的运行。

(5) 工业工程的目标是提高生产率和效益、降低成本、保证质量和安全,获取多方面的综合效益。

(6) 工业工程的功能是对生产系统进行规划、设计、评价和创新。

1.1.2 工业工程与管理

1. 工业工程的基本职能

正如工业工程的定义所述,工业工程的基本职能是为把人员、物料、设备、能源和信息等组成更加有效和更富于生产力的综合系统所从事的规划、设计、评价和创新的活动。它也为管理提供科学依据。

(1) 规划。规划是确定一个组织或系统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活动,包括总体目标、政策、战术和战略的制定,也包括使长期规划具体化的中短期计划。规划和计划都应确定出未来一定时期内的奋斗目标、实施步骤、主要措施和前景预测。

(2) 设计。设计是一种为实现某一既定目标而创建具体实施系统的前期工作,包括技术准则、规范、标准的拟定,最优选择的确定以及蓝图绘制。设计时应特别注意建立系统的总体设计方案,以把各种资源组成一个综合的、有效的运行系统为目标。

(3) 评价。评价是对现存的各种系统、各种规划和计划方案以及个人和组织的业绩,作出是否符合既定目标或准则的评审与评定的活动。工业工程评价是为高层管理者决策提供科学依据,避免决策失误的重要手段。

(4) 创新。创新是对现存各种系统及其组成部分进行的改进和提出崭新的、富于创造性和建设性见解的活动。创新是系统维护和发展的的重要途径。

2. 管理的基本职能

(1) 决策。决策是要从多种可供选择的行动方案中选择其中最优的一种去达到预定的目的的行为。

(2) 组织。组织是要把应做的工作分成若干可掌握和可操作的任务,并分配各种资源,特别是人力的分配,以达成预期效果的管理行为。

(3) 领导。领导是掌舵的权力行为,把握工作导向目标。领导是一种管理权力,也需要讲究艺术。

(4) 协调。协调是领导的一种特殊形式,要把多方面的力量,特别是在他们之间发生矛盾的情况下,导向一个既定的目标。管理者可将协调权力授予其所属的每一个职工,变成他们的职责,并要善于诱导他们去互相协调。

(5) 控制。控制是从管理系统中不断采集信息,判断某些作业是否偏离既定的计划或准则,及时作出纠正的决策。

3. 工业工程和管理两者的关系

工业工程与管理无疑有着密切的关系。从其发展历程来说,工业工程的前身是泰勒的科学管理,与之一脉相承。但它并不等于管理。

工业工程与管理的目的是是一致的,只是做法不同,可谓殊途同归。

工业工程与管理的职能有差异。工业工程研究如何发挥科学技术的力量,以提高工效;

管理则研究如何运用各种调控手段,以取得最大利益。

管理工作是周而复始的例行业务,不可一日中断;而工业工程的工作则常以工程项目的形式定期或不定期地进行。

管理者与被管理者之间总会产生这样或那样的对立;而工业工程人员是为双方服务的,必须持中立客观的立场。

工业工程是沟通管理与生产技术的桥梁,为管理提供决策的科学依据,赋予管理以科学的内涵,因而受到管理部门的支持。

管理和工业工程都是应社会、科学技术和经济的发展而产生、并随之而演进的,生产工业化以后,管理意识必然会得到增强,同时也需要有独立的工业工程学科和组织为之辅助。

1.2 工业工程的发展史

1.2.1 工业工程的起源

工业是国民经济中的一个庞大而复杂的社会、科技、经济的综合系统。它要从外部环境取得人力、能源、物资和信息等资源,通过工业的系统功能转换为社会需求的各种产品和服务。组成工业系统的要素,从组织结构来说,是它的各个行业及其所属的许多企业单位;从发挥系统功能来说,则是技术、工程和管理。

技术(technology)是工业生产必需的手段,是科学知识、劳动技能和劳动经验的总和。狭义的技术常指生产工艺方法、工具、机器及其他技术装备。工业中的技术种类繁多,组成用途不同的各种技术系统(如机械工业中的切削、切割、压力加工、铸、锻、焊等)。

工程(engineering)是人们根据某种生产目的,有判断地运用科学知识、设计开发能经济有效地利用各种技术和资源的某些系统,去达到该目的的专业活动。

管理(management)是人们运用行政、组织、人事、财政、金融、贸易等权力手段,来支持和保证生产、技术开发和各种工程活动得以顺利实现,从而保证工业系统功能得以充分发挥和顺利运行的职能。它不仅执行上述职能的日常管理工作,而且高层管理握有技术开发和工程活动的决策权。

工业中的工程活动有以下两类。

专业工程(specialized engineering),如机械工程、电气工程、化学工程、土木工程等,它们应用机械、电气、化学、建筑等专业科学知识,设计开发工业用的单项技术装备和产品。

工业工程(industrial engineering),是综合运用工业专门知识和系统的概念和方法,为把人员、物料、设备、能源和信息等组成更加有效和更富于生产力的综合系统,所从事的规划、设计、评价和创新活动。

工业工程是工业化的产物,最早起源于美国。19世纪末20世纪初,美国工业急速发展。工厂由小家庭作坊向社会大规模生产转化。但当时仍存在效率低、浪费大等现象。人们逐步认识到小作坊凭经验和直觉进行的经营管理方式已不再适应大规模的工业化生产。以泰勒(Frederick W. Taylor)为代表的一大批科学管理先驱者为提高生产率、降低成本进行了卓有成效的工作,开创了科学管理,取代了凭经验和直觉的管理,为工业工程的产生奠定了基础。

泰勒是一位工程师和效率专家,是“科学管理”的创始人,并且也是一位发明家,一

生中获得过一百多项专利。1874年他考取哈佛大学法学院,由于视力不好,被迫失学,进费城水泵制造公司当模型工。1878年到米德维尔钢铁公司工作,当过普通工人、技工、工长、总技师以及总工程师。这期间,他还上夜校攻读,并于1883年获得史蒂芬工学院机械工程学位。这一经历使他对当时生产管理和劳动组织中的问题比较清楚,他认为公司的管理没有采用科学方法,工人缺乏训练,没有正确的操作方法和程序,大大影响了生产效率。他相信通过对工作进行分析,总可以找到改进的方法,设计出效率更高的工作程序,并致力于研究。1881年,被后人尊崇为“工业工程之父”的泰勒首创“时间研究”(time study)。

1898年,泰勒工作于伯斯利恒(Bethlehem)钢铁厂,当时该厂雇有铲手工人400~600名,每日在一长约2英里(1英里等于1.609344千米),宽约1/4英里的广场上,铲动各种不同的物料。这些铲手,不用工场所准备的铲子,很多人自己从家中带来铲子,铲煤时,每铲重仅3.5磅(1磅等于0.454千克),而铲矿砂时每铲竟重达38磅。此种自备铲子的情形与每铲重量之差额,颇引起泰勒的好奇。他想:“铲子的形状、大小和铲物工作量有没有关系?”“究竟以何种铲重为最经济最有效?”“什么样子的铲子,工人拿了既舒服又铲得多,铲得快?”这些问题应加以研讨。于是泰勒选优良铲手两名,分在场内不同地点进行实验工作,同时用马表(stop watch)记录其时间,并分别用大小不同的铲子去铲密度不同的物料,最后分别记录所用铲子之大小及式样和每铲重量。经多次试验后,发现每铲重量约为21.5磅时,可得最经济、最有效的结果,也就是工作者每日每人可铲最多物料。铲重物时用小铲,铲轻物时用大铲,但每铲重量均约为21.5磅。泰勒得此结果后,设计出各种尺寸的铲具,训练工人,并拟定奖励办法,当工人完成规定的工作时,可得日薪60%的奖金,否则派员授以正确工作方法,务使其亦可得同样奖金。经此改善后,原需400~600名工人才能完成的工作,140名工人即可完成。因此每吨所需铲费减少达50%,而工人工资则增加60%,除去因研究所需各项开支,每年尚可节省78000美元。这样不但使工厂的生产量大增,也使铲手工作效率提高,待遇增加,工作情绪也愉快多了。

泰勒提出了一系列科学管理原理和方法,主要著作有《计件工资》(1895年)、《工场管理》(1903年)以及《科学管理原理》(1911年)。其中,《科学管理原理》是系统阐述他的研究成果和科学管理思想的代表作,对现代管理发展作出重大贡献,并被公认为工业工程的开端。所以,泰勒在美国管理史上被称为“科学管理之父”,也被称为“工业工程之父”。

吉尔布雷斯(Frank B. Gilbreth, 1868—1924年)是和泰勒差不多同一时期的另一位工业工程奠基人,他也是一名工程师,其夫人是心理学家,他们的主要贡献是创造了与时间研究密切相关的“动作研究”(motion study),就是对人在从事生产作业中的动作进行分解,确定基本的动作要素(称为“动素”),然后科学分析,建立起省工、省时、效率最高和最满意的操作顺序。

1885年,吉尔布雷斯17岁时,受雇于一名营造商,发现工人造屋砌砖时,所用的工作方法及工作效率,互不相同。于是他开始研究采用何种方法砌砖是最经济、最有效的。他分析工人砌砖的动作,发现工人每砌一砖,先以左手俯身拾取,同时翻动砖块,选择其最佳一面,用于堆砌时放置外向。此动作完毕后,右手开始铲起泥灰,敷于堆砌处,左手放置砖块后,右手再以铲泥灰工具敲击数下,再固定住。这一周期性动作,经吉尔布雷斯细心研讨,并拍制成影片,详加分析,发现工人俯身拾砖,容易增加疲劳,左手取砖时,