



新世纪教改系列教材

工程概论

(第二版)

郭世明 主编



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

新世纪教改系列教材

工 程 概 论

(第二版)

郭世明 主编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书是为了培养工科大学生的工程管理知识,提高工科大学生的综合素质而编写的。全书共分 7 章,主要内容包括:工业工程,企业战略管理,可靠性工程,标准化工程,工程经济分析,价值工程与成本控制,工程设计的原则及方法。

本书的特点是:比较全面、扼要地介绍了与工程建设和管理有关的基本概念和知识。

本书是高等院校工科类大学生的教材。成教、网络及高职高专院校,如开设本课程也可选用本书作为教材;同时欢迎工程技术人员、管理人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

工程概论 / 郭世明主编. — 成都:西南交通大学出版社,
2007.9

(新世纪教改系列教材)
ISBN 978-7-81104-317-4

I. 工… II. 郭… III. 工业工程—高等学校—教材
IV. F270.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 139175 号

Xinshiji Jiaogai Xilie Jiaocai

新世纪教改系列教材

Gongcheng Gailun

工 程 概 论

(第二版)

郭世明 主编

责任编辑:张华敏

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码:610031 发行部电话:028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川森林印务有限责任公司印刷

成品尺寸:170 mm×230 mm 印张:15

字数:267 千字 印数:5 001—8 000 册

2007 年 9 月第 2 版 2007 年 9 月第 3 次印刷

ISBN 978-7-81104-317-4

定价:20.00 元

图书如有印装问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562

第二版前言

本书第一版问世 5 年多来，受到了读者的好评。现在，根据读者和专家的建议以及我们在教学和科研中的体会，决定对本书进行修订，目的是为了紧跟科技的最新发展，适应现代社会对工科大学生的最新要求，力图从非管理专业的角度出发来讨论与工程有关的各种管理知识和技术。

本书第二版对第一版的内容做了进一步的充实，并对部分章节进行了增删和重写，增删和重写的内容大约为 60%。其中，删去了原第 8 章“工程师的综合素质”，并将其中少部分内容整合到第 7 章；对第 1 章“工业工程”和第 7 章“工程设计的原则及方法”的内容进行了重新整合并增添了部分内容，对第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 6 章的内容进行了充实；重新撰写了第 5 章“工程经济分析”。

参加本书第二版撰写和修订的工作人员如下：绪论、第 1 章、第 2 章、第 5 章、第 6 章由郭世明编写；第 3 章由李建兵编写；第 4 章由王滢编写；第 7 章由冯晓云编写。郭世明做全书的统稿、修改和定稿工作。

在本书的编写中，参考和引用了部分国内外同行的资料和文献，在此不一一详述，谨向这些文献的作者表示感谢。

由于编者水平有限，错误和缺点在所难免，敬请广大读者提出宝贵意见，以便使之不断完善。

编 者

2007 年 8 月

第一版前言

随着科学技术的发展,特别是进入 21 世纪后,社会对工程技术人员的综合素质提出了更高的要求。为了培养工科大学生的工程管理知识,提高工科大学生的综合素质,以适应现代社会对工科大学生越来越高的要求,我们编写了这本教材。

全书共分 8 章。第 1 章介绍工业工程技术,如方法研究与作业测定、设施规划与设计、物流系统分析与工业企业的先进制造技术等;第 2 章介绍企业战略管理,如企业战略的研究、制定和实施等;第 3 章介绍可靠性工程,如可靠性指标、可靠性设计、可靠性实验等;第 4 章介绍标准化工程,如标准化的方法,标准化的分级、分类和标准化的实施等;第 5 章介绍工程经济分析,如资金的时间价值与等值计算、工程项目的经济效益评价等;第 6 章介绍价值工程和成本控制,如价值工程对象的选择和功能分析、生产成本控制、质量成本控制等;第 7 章介绍工程设计的程序、原则、方法和技巧等;第 8 章介绍工程师的素质、能力结构、现代观念和自我发展。

本书的绪论、第 1 章 1.1~1.5 节、第 2 章、第 5 章和第 6 章由郭世明编写,第 1 章 1.6 节、第 3 章和第 4 章由孟长流编写,第 7 章和第 8 章由冯晓云编写。全书由郭世明统稿。

鉴于编写《工程概论》教材在国内尚属首次,编者在编写过程中参考并引用了一些国内外同行的资料和文献,在此向所有原作者表示感谢。

由于编者水平有限,错误和缺点在所难免,敬请广大读者提出宝贵意见,以便使之不断完善。

编 者

2002 年 5 月

目 录

绪 论	1
1 工业工程	
1.1 工业工程概述	6
1.2 方法研究	15
1.3 作业测定	24
1.4 设施的规划与设计	33
1.5 物流系统分析	39
1.6 工业企业的生产方式与先进制造技术	48
2 企业战略管理	
2.1 企业概述	61
2.2 企业战略与企业战略管理概述	64
2.3 企业战略管理的过程	70
3 可靠性工程	
3.1 可靠性与可靠性工程概述	97
3.2 常用的可靠性指标	98
3.3 可靠性预测	102
3.4 可靠性试验	102
3.5 产品的可靠性设计	104
3.6 可靠性管理	118
4 标准化工程	
4.1 标准化工程概述	119
4.2 标准化的基本方法	120
4.3 标准的分级、分类和标准体系	122
4.4 标准化的实施	127
4.5 国际性民间标准化组织简介	131

5 工程经济分析	
5.1 工程经济概述	138
5.2 资金的时间价值	140
5.3 工程项目的主要经济要素	146
5.4 项目的经济效益评价	155
6 价值工程与成本控制	
6.1 价值工程概述	177
6.2 价值工程的工作程序	181
6.3 生产成本控制	190
6.4 质量成本控制	197
7 工程设计的原则及方法	
7.1 工程设计概述	199
7.2 工程设计的一般程序	200
7.3 工程设计的原则	202
7.4 工程设计中的分工与协作	203
7.5 工程设计的方法	206
7.6 工程设计的技巧	212
7.7 工程设计中的过程创新	217
7.8 工程心理学概述	223
7.9 怎样做一名合格的现代工程师	226
参考文献	230

绪 论

1. 开设“工程概论”课程的目的

工程是服务于某个特定项目的各项技术工作的总和。

工程是以一系列的科学知识为依托，应用这些科学知识并结合经验的判断，经济地利用自然资源为人类服务的一种专门技术。

工程有着十分广泛的内容，涉及各种复杂而又极不相同的活动领域，要用到多种多样的科学知识和技能。

工程不同于科学，也不同于技术，工程强调的是解决实际问题。而一项工程的完成除了需要运用专门的工程技术之外，还需要运用经济、管理方面的有关知识和技术。

《工程概论》这本书是从非管理专业的角度出发来讨论与工程有关的各种管理知识和技术，如生产管理、生产系统设计、工程经济分析、价值工程、成本控制、可靠性设计的方法等。

开设“工程概论”课程的目的是培养工科大学生的工程管理知识，提高工科大学生的综合素质，使工科大学生对有关工程建设与管理的基本概念和知识有一个比较全面的了解。

2. “工程概论”课程学习的主要内容

(1) 工业工程

工业工程 (Industrial Engineering, 简称 IE) 是一门技术与管理相结合的学科，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。

工业工程研究的目标就是设计一个生产系统以及对该系统的控制方法，使企业能以最低的成本生产出具有特定质量水平的产品，并且这种生产是在保证

工人和最终用户的健康和安全的条件下进行的。

工业工程是一门实践性很强的工程管理技术,它首先被应用于制造业。20世纪50年代以后,其应用领域逐渐扩大,在建筑业、交通运输业、农业管理、银行、医院、商业、服务业、军事后勤及政府部门都得到了广泛应用。

学习工业工程应了解的主要内容有:方法研究,作业测定,设施规划与设计,物流系统分析,工业企业的生产方式与先进制造技术等。

(2) 企业战略管理

企业战略管理是指企业战略的研究、制定、实施、控制和调整的整个过程。

随着现代企业经营空间的迅速扩展,影响企业经营的因素更加复杂且更具不确定性。企业不仅要面对国内市场的竞争,还可能会面对国际市场的竞争,特别是随着现代科学技术水平的快速发展,产品更新换代的周期大大缩短,技术开发的周期也逐步缩短,随着网络的普及,技术传播速度也日益加快,因此,任何一个企业不可能在某个领域里长期占据技术垄断的地位。为适应瞬息万变的市场环境,企业内部的经营条件也会根据需要随时发生相应变化,例如,投资费用增加,投资风险加大,为推广新技术而增加新的生产条件和投资等,这就使得企业不仅要重视当前的市场环境,更要准确预测未来市场变化的趋势,确定长期的战略目标,并组织战略规划的实施,企业的这种经营管理模式就称为企业战略管理。

学习企业战略管理应了解的主要内容有:企业战略管理的过程,企业战略的研究,企业战略的制定,企业战略的实施等。

(3) 可靠性工程

可靠性是反映产品在规定的时间内及规定的条件下完成规定功能的能力的一项指标。产品的质量就是指产品为满足用户要求而应具备的所有特征。这里“所有特征”主要是指产品的技术性能、可靠性、适应性、经济性等;产品的质量是指所有这些特征的综合,其中最重要的是可靠性。

可靠性工程就是对产品的可靠性进行定量控制的过程,这是一门涉及十分广泛的综合性学科。

学习可靠性工程应了解的主要内容有:常用的可靠性指标,产品的可靠性设计,可靠性试验等。

(4) 标准化工程

标准化是指在经济、技术、科学和管理等社会实践中,对重复性事物和概

念通过制订、发布和实施标准达到统一,以获得最佳秩序和社会效益。而这一过程的实施就是标准化工程。标准化水平是衡量一个国家的生产技术和科学管理水平的尺度,是现代化的重要标志。

工程院校的大学生毕业后,无论是从事技术、工艺设计还是管理工作,都离不开标准和标准化。树立标准化观念,掌握标准化的理论和方法,培养运用标准的能力,对工科院校的大学生和工程技术人员来说是非常重要的。

学习标准化工程应了解的主要内容有:标准化的基本方法,标准的分级、分类和标准体系,标准化的实施,国际民间标准化组织简介等。

(5) 工程经济分析

工程经济是一门工程与经济交叉的、研究工程技术实践活动及其经济效果学科。

学习工程经济的目的在于培养工程技术人员经济意识,增强经济观念,使工程技术人员能够运用工程经济分析的基本理论和经济效益的评价方法,从可持续发展的角度出发,以市场为前提、以经济为目的、以技术为手段,确保工程项目有较高的质量,并以最少的投入得到最佳的产出,使经济效益和社会效益最大化。

学习工程经济分析应了解的主要内容有:资金的时间价值,现金流量与资金的等值计算,工程项目的主要经济要素,工程项目的经济效益评价等。

(6) 价值工程与成本控制

价值工程是着重于产品功能分析的、有组织的创造性活动,这种活动的目的是力求以最低的费用,可靠地实现产品的必要功能。

学习价值工程与成本控制应了解的主要内容有:价值工程对象的选择,价值工程对象的功能分析,创新方案的制定,生产成本和质量成本的控制等。

(7) 工程设计的原则及方法

工程设计是指工程师在一定的工程需求目标的指导下,运用相应的科学原理及知识,设计出对人类社会有用的“产品”。具体地说,工程设计是工程师根据拟建工程的要求,采用科学的方法统筹规划、制订方案,最后通过设计图纸及设计说明书等方式完整表现出设计理念、设计原理、产品外形和内部结构、设备的安装方式等一系列过程。

学习工程设计应了解的主要内容有:工程设计的一般程序,工程设计的原

则, 工程设计中的分工与协作, 工程设计的方法和技巧, 工程设计中的过程创新、工程心理学、现代工程师应具备的综合素质等。

3. 学习工程概论的意义

随着时代的发展, 社会对工程技术人员的要求也越来越高。不仅要求工程技术人员具备较高的专业技术水平, 而且还要求工程技术人员具有管理方面的知识、具有经济头脑等综合素质。

在企业中的工程技术人员, 最终的发展方向除了成为专业技术人员或学者外, 还有可能成为管理者。从国内外目前的实际情况看, 已有越来越多的工程师成为企业的领导, 或关键部门的负责人, 或决策者的参谋人员。所以, 工程师们应该改变只单纯钻研技术的观点, 重视学习并掌握基本的企业管理知识、经济分析方法和经济决策的本领。

(1) 工程技术人员需要具备基本的企业管理知识

人们在生产实践中已逐步认识到企业管理的重要性。工程技术人员掌握企业管理的基本知识和原理, 有助于提高他们在管理工作中的科学性, 避免盲目。实践证明, 遵循企业管理原理, 建立科学合理的管理组织和制度, 使企业管理工作制度化、规范化, 最终才能提高企业的社会效益与经济效益, 并进一步推动企业的发展。

(2) 工程技术人员需要具备经济头脑

产品的技术先进程度和制造费用高低是由工程技术人员在产品设计和工艺选择的过程中决定的。如果工程技术人员在产品设计和制造工艺设计时不考虑经济性或不懂得怎样去考虑经济性, 制造出的产品就可能没有市场或没有竞争力。作为未来的工程师, 应该学习经济学知识, 使自己了解市场经济, 了解竞争, 了解成本核算, 才能使自己在将来的工作竞争中不会失败。因此, 工程技术人员不仅需要精通本行的专业技术, 具有较强的解决技术问题的能力, 而且还要有强烈的经济意识, 能够进行经济分析和经济决策。

我们生活在一个资源有限的地球上, 合理分配及有效利用现有资源——资金、劳动力、原材料、能源——来满足人类社会的需要, 是我们的责任。所以, 从个人投资到重大项目的建设, 都需要进行经济分析, 目的是尽量以最小的投入得到最大的产出。

因此,学习工程经济学,树立经济观点,培养经济意识,掌握经济分析和经济决策的方法和技能,对工科大学生来讲,是十分必要的,这也是社会发展的要求。

总而言之,进入 21 世纪后,随着经济与技术的高速发展,社会对工程技术人员的综合素质与能力提出了越来越高的要求。为了培养出符合时代发展要求的工程技术人员和工程技术管理人员,国内许多工科院校纷纷开设了“工程概论”课程,目的是为社会培养适应现代企业发展需要的合格人才。

1 工业工程

1.1 工业工程概述

在人类从事小农经济和手工业生产的漫长时代里，人们凭着自己的经验去管理生产。到 20 世纪初期开始进入“科学管理时代”，美国工程师泰勒撰写的《科学管理的原理》一书是这一时代的代表作。1908 年，美国宾州州立大学首次开设了工业工程课程，开创了工业工程教育的先河。1917 年，美国成立了工业工程师协会，逐步形成了一批既懂得工程技术又懂得管理的专业技术人员队伍，从事提高劳动生产率的各项研究工作。1948 年，美国成立了工业工程师学会，这是第一个专门致力于工业工程专业发展和学术活动的专业性组织。

工业工程研究的目标就是设计一个生产系统以及对该系统的控制方法，使企业能以最低的成本生产出具有特定质量水平的产品，并且这种生产是在保证工人和最终用户的健康和安全的条件下进行的。

工业工程是一门实践性很强的工程管理技术，它首先被应用于制造业。20 世纪 50 年代以后，其应用领域逐渐扩大，在建筑业、交通运输业、农业管理、银行、医院、商业、服务业、军事后勤及政府部门都得到了广泛应用。

工业工程（IE）与人类社会工业化进程一起，已经走过了一百年的历史，对人类社会，尤其是西方国家的经济和社会发展产生了巨大的推动作用。世界上诸多工业发达的国家，如美国、德国、日本、英国等，其经济发展都与其雄厚的工业及其工业工程（IE）的实力有着密切的联系。在美国，工业工程（IE）与机械工程、电子工程、土木工程、化工工程、计算机、航空工程一起，并称为七大工程，可见它的独特性和重要性。

1.1.1 什么是工业工程

工业工程（Industrial Engineering，简称 IE）是 20 世纪初出现的一门工程技术与管理技术相结合的学科，是管理理论、方法和管理实践紧密结合的学

科。它既是一门实践性、实用性很强的工程技术，又是一门具有明显管理特征的现代管理技术。

1. 工业工程的概念

工业工程涉及的范围广泛，其内容不断充实和深化，从 20 世纪初期出现至今，近一个世纪的形成和发展过程中，不同时期对工业工程曾有各种不同的定义，其中最权威性的解释是美国工业工程师学会（AIIE）于 1955 年提出，后来又经过修订的定义：“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、自然科学和社会科学方面的专门知识和技术，并利用工程分析和设计的原理和方法，来规划、预测整个系统并对该系统所取得的效果进行鉴定和评价。”该定义已被美国国家标准学会（ANSI）采用作为标准术语。

由于工业工程具有鲜明的工程属性，国外一般把工业工程划入工程学范畴。和其他工程学科一样，工业工程也是利用自然科学知识和技术对研究对象进行观察、实验、研究、设计等。然而，工业工程又不同于一般的工程学科，它不仅要运用自然科学和工程技术，而且还需要运用社会科学及经济管理知识。可以这么说，工业工程起源于管理学，反之又为改善管理提供方法和依据。因此，工业工程具有明显的管理特征，它是一门工程与管理交叉的学科。

2. 工业工程的特点

工业工程所研究的系统，可以是一个工厂，也可以是一条生产作业线或一个服务系统，它所分析的因素包括人、物料、设备、信息、资金和能源等。因此，它是技术—经济—管理“三位一体”的交叉学科。工业工程在国外被列入工程学范畴，但与纯工程学相比，它具有如下不同的特点。

（1）工业工程研究的是一个综合系统

人、材料、设备三个基本因素是工业工程的主要研究对象，在对这三个基本因素组成的系统进行分析研究时，不能只对这三个因素进行单独考察，而应将三者有机地联系在一起进行综合鉴定、预测和评价，这样才能作出准确的判断。也就是说，工业工程是以整个系统的设计为研究对象的，应将构成系统的各个因素综合起来进行考察、设计、改善和设置，这样才能取得好的效果。如果单独对人、材料、设备三个构成因素中的任何一个因素进行研究、设计和改进，从整体上看，系统则失去平衡，也就不能达到预期的效果。

(2) 工业工程涉及的学科多

土木工程、机械工程、电气工程、材料工程等一般的工程学科都是单纯研究某一类自然现象,它们研究的对象仅以机器、设备为着眼点,在研究上追求深度,各学科彼此独立,互不联系。

工业工程与一般的工程学科不同,它除了考虑机器设备之外,还包含了人的因素,以结合了人、材料、设备之综合系统为研究对象。它包含自然科学、社会科学以及人文科学,并且涉及经济学以及其他一些与人相关的学科。因此,工业工程与一般的工程学科相比,涉及的学科范围比较广,这是工业工程独有的特点。

(3) 工业工程需要分析、测定、实验

工业工程研究的最终目的是为了提高生产效率,增加收益。要达到这个目的,需要对各个阶段的生产活动进行分析和测定,通过分析和测定来掌握生产作业的质量和数量方面的信息,才能对生产系统的经济效果进行正确的预测和评价;另外,在某些情况下,还需要对生产作业进行一些实验和测定才能得到准确信息。

分析、测定、实验是工业工程研究不可缺少的手段。

(4) 工业工程需要计划、控制、标准化

按照计划对研究对象进行控制与标准化是工业工程对企业进行科学管理的特点和手段。

3. 工业工程涉及的学科范畴

按照美国的国家标准(ANSI—Z94),工业工程涉及以下学科范畴:

- ① 设施规划(如工厂设计、维修保养、物料搬运等)。
- ② 材料加工。
- ③ 生物力学。
- ④ 方法研究和作业测定。
- ⑤ 工程经济分析。
- ⑥ 成本管理。
- ⑦ 数据处理与系统设计。
- ⑧ 销售与市场。
- ⑨ 应用数学(运筹学、概率与统计等)。
- ⑩ 组织规划与理论。
- ⑪ 生产规划与控制(库存管理、运输路线、调度、发货等)。
- ⑫ 实用心理学。

- ⑬ 人文学。
- ⑭ 工资管理。
- ⑮ 测量。
- ⑯ 安全。
- ⑰ 职业卫生与医学。

1.1.2 工业工程与相关学科的关系

工业工程与管理学、系统工程、工效学等学科有很多共同点，它们的目标都是使管理优化、资源得到有效利用；但它们的研究方法、涉及的领域和范围及研究的侧重点是不同的。

换句话说，工业工程就是衔接工程学与管理学之间的一门新学科。最简单的解释就是：工业工程是用工程师的手法去解决与工程和管理有关的问题。

工业工程与管理学的目标是一致的，都是为了“把人力、物资、能源、装备、信息和生产技术组成一个更加有效、更加富于生产力的综合系统”，只是方法不同。

工业工程研究的是如何发挥科学技术的力量来提高工效；管理学研究的是如何运用好各种调控手段，以取得最大利益。例如，人的因素是工业工程和管理学都十分重视的研究课题，工业工程运用时间和动作研究等科学，综合运用心理学、生物学、工程技术、医学和美学等科学原理去改进各种劳动设施的设计和工作环境的布置，以减轻人的心身负荷和疲劳来提高人的工效；而管理学则研究人的心理活动的行为表现，因势利导，以期规范人的工作行为。

工业工程运用科学技术知识，采取规划、设计、评价、创新的工作方式；而管理学则运用行政、组织、人事、财政、金融、贸易、法律等手段，采取决策、组织、领导、协调、控制等方式。

工业工程研究一般以工程项目的形式定期或不定期地进行；而管理则是周而复始的日常业务，不可一日中断。

工业工程是沟通管理与生产技术的桥梁，并为管理决策提供科学依据，为管理赋予了科学内涵。有人称工业工程 = (机械工程 + 电子工程 + 化学工程 + 土木工程 + ...) × 管理。

另外，随着电子计算机的发展，工业工程也正在迅速的扩张它的领域，如今，系统工程、作业研究已经成为工业工程的延伸，利用它们来解决那些企业经营中存在的大而复杂的问题。

工业工程 (IE) 在工业化国家受到了工业界的普遍重视, 其原因就是因为工业工程 (IE) 直接面向企业的生产运作过程; 它与数学、人文学、经济管理、各种工程技术有着密切的关系, 以系统工程为哲理, 以运筹学等数学方法为理论基础, 以现代信息技术为工具, 用工程量化的分析方法对包括制造业、服务业在内的由人、物料、设备、能源、信息等多种因素所组成的各种复杂的企业或组织系统中的实际工程与管理问题进行定量、系统的分析、设计与优化, 从而实现系统的最大效率和效益。工业工程 (IE) 是唯一一门以系统效率和效益为目标的工程技术, 因此成为其他学科所不能替代, 同时又对其他学科互补性很强的一门的综合性边缘学科。

1.1.3 工业工程研究的目标

任何一门工程学科都有其特定的研究对象和目标, 如土木工程的目标是研究设计各种优良的土木建筑; 机械工程的目标是研究设计各种优质、高效、高性能的机器; 电气工程的目标是设计受顾客欢迎的电力系统和各种电子产品; 化学工程的目标是研究开发新型化工产品等。

工业工程研究的目标就是使投入生产系统的要素得到有效利用, 在保证质量和安全的前提下, 降低成本, 提高生产率, 从而获得最佳经济效益。具体地讲, 就是对企业中人、原材料、设备等进行综合分析, 统一设计, 全面改善, 整体确定, 最终将他们统一地、巧妙地、最佳地组合在一起, 使各种要素合理配置, 优化运行, 最终使企业以最低的成本生产出 (这种生产是在保证工人和最终用户的健康和安全的条件下进行的) 具有特定质量水平的产品。

1.1.4 工业工程研究的主要内容

工业工程研究的主要内容是: 综合运用工程专业知识和系统工程的概念与方法, 对生产系统进行规划、设计、评价和创新。

1. 规 划

工业工程的规划, 其内容主要包括: 总体目标、方针政策、战略和战术的制订及分期 (短期、中期、长期) 实施计划的制订。规划是确定一个工业企业在未来一定时期内从事生产所应采取的具体行动, 它是协调资源利用, 以获得最佳效用的重要步骤。工业工程的规划往往侧重于技术发展规划。