



高等学校项目管理系列规划教材

# 系统工程导论

白思俊 © 主编

Introduction to  
System Engineering



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

项目  
管理  
XIANGMUGUANLI

高等学校项目管理系列规划教材

# 系统工程导论

白思俊 ◎ 主编

Introduction to  
System Engineering



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书以系统工程方法论的应用过程为主线,系统地讲述了系统工程和系统科学的基本理论、方法和应用,主要包括系统与系统工程、系统分析、系统模型、系统评价、系统决策和系统工程应用案例6章。本教材有别于其他系统工程图书的最大特点是,其在章节编排和知识框架的组织上充分体现了系统整体概念的思想,目录结构完全体现了系统工程处理问题的基本思路和逻辑框架,各章均配有大量的例题和复习思考题,便于学生对每章的知识要点进行巩固。本书内容充实,结构清晰,图表丰富,可作为管理类、经济类专业高校本科生的教材,也可供其他相关学科、专业教学使用,还可作为有关人员的培训教材和自学参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

系统工程导论 / 白思俊主编. —北京:中国电力出版社,  
2014.1

高等学校项目管理系列规划教材

ISBN 978-7-5123-4895-0

I. ①系… II. ①白… III. ①系统工程-高等学校-教材  
IV. ①N945

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第215946号

---

中国电力出版社出版、发行

北京市东城区北京站西街19号 100005 [http : //www.cepp.sgcc.com.cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn)

责任编辑:高竞男

责任校对:闫秀英 责任印制:邹树群

北京市同江印刷厂印刷·各地新华书店经售

2014年1月第1版·2014年1月北京第1次印刷

787mm×1092mm 16开本·14.25印张·239千字

定价:36.00元

## 敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

---

# 《高等学校项目管理系列规划教材》专家委员会

主任 钱福培 国际项目管理协会（IPMA）中国认证委员会主席  
西北工业大学教授

（以下按姓氏拼音排序）

委员 陈德泉 中科院科技政策与管理科学研究所教授  
陈信祥 北京项目管理协会副会长兼秘书长  
过剑寿 北京项目管理协会副秘书长  
胡新渝 北京项目管理协会副会长  
欧立雄 中国（双法）项目管理研究委员会副主任兼秘书长  
西北工业大学国际项目管理研究院副院长  
王守清 清华大学国际工程项目管理研究院副院长、教授  
王瑶琪 中央财经大学副校长、教授  
薛 岩 中国（双法）项目管理研究委员会副主任委员  
北京大学软件与微电子学院教授  
邹祖焯 北京项目管理协会常务副会长

# 《高等学校项目管理系列规划教材》编写委员会

主任 欧立雄

副主任 林则夫 过剑寿

(以下按姓氏拼音排序)

委员 白思俊 陈立文 戴大双 丁荣贵 过剑寿 郭云涛  
何红峰 贾文翔 乐云 李卫东 林则夫 卢向南  
戚安邦 施国连 王丽珍 王祖和 吴守荣 乌云娜  
薛岩 杨爱华 赵丽坤

## | 总 序 |

随着市场经济的发展，市场竞争越来越充分，越来越多的企业采用项目的形式开展工作，项目已逐步成为各类企业应对变化和挑战、实现其战略目标的有效途径，成为经济社会发展的助推器。项目管理能力也正在成为企业核心竞争力的重要组成部分。

近年来，我国许多支柱产业和领先行业都引入了项目管理理念和方法，项目管理作为一种通用的管理技术，已被广泛地应用到航空、航天、冶金、煤炭、水利、电力、建工、造船、石化、矿产、机电、兵器、IT、金融、保险、教育及政府部门，获得了瞩目的效率和效益。项目管理的理念、方法及标准已得到政府部门、相关机构和众多企业的认可，各行各业对项目管理人才的需求急剧增加，已纳入 2010~2020 年国家人才规划。杰出的项目管理人才成为组织的高端人才和社会的稀缺资源。

我国项目管理的学位教育近年来的发展也十分迅速，目前已有 200 多所院校设立了工程管理本科专业，在教育部本科专业目录中英文名为 Project Management，即项目管理。2004 年，中央财经大学等院校经国家教委批准，自主设置了项目管理本科专业并正式招生。2004 年 72 所高校正式开办项目管理领域工程硕士专业学位教育以来，我国项目管理学位教育发展更为迅猛。项目管理领域工程硕士的报考人数和录取人数迅速跃居全国 40 余个工程硕士专业的第一位。目前全国已经有 161 所高校具有项目管理领域工程硕士培养权，每年招生 1 万余人。

2006年7月,经全国自学考试办公室批准,福建省和天津市分别开设了高等教育自学考试项目管理专业(独立本科段),分别由福州大学、厦门大学和天津理工大学担任主考学校,并对合格者授予项目管理学士学位,使项目管理本科学位教育又向前迈进了一步。

为适应我国社会经济发展的需要,满足社会各行各业对具有国际视野的应用型项目管理专业人才不断增长的迫切要求,促进我国项目管理专业教育体系的建设与完善,从2010年起,中国(双法)项目管理研究委员会(PMRC)与北京项目管理协会联合,共同向北京市高等教育自学考试办公室申报并组织开办了与国际项目管理专业资质认证体系(IPMP)相结合的高等教育自学考试项目管理专业(专科、独立本科段)项目。该项目的特色是“学历证书和从业资格证书”相结合,学生毕业时既能取得国家承认的、由中央财经大学作为主考学校的高等教育自学考试学历证书,同时成绩合格者又能取得相应级别的、由中国(双法)项目管理研究委员会引进的国际项目管理专业资质证书。开考三年多来,报考已近万人次。在北京试点成功后,考试将陆续在河北等其他省市展开。

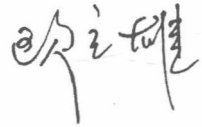
为了规范高等教育自学考试项目管理专业考试,满足其持续发展的需求,提高教学及考试质量,我们设立了“高等教育自学考试项目管理专业专家委员会”和“高等学校项目管理系列规划教材编写委员会”,就高等教育自学考试项目管理专业建设、教学与考试标准、题库建设、教材建设等进行研讨和规划。本系列教材共有12册,面向项目管理的本科学位教育,同时兼顾其他项目管理学历和学位教育的需要。

本系列教材的突出特点是与国际项目管理资质认证标准的融合,注重理论与实务相结合,既有基础理论及知识体系的阐述,又有案例、方法的解读与点评。本系列教材难度适中,能同时满足工科与非工科背景考生的学习和备考需求。教材每章后均配有多种题型的练习题,这些练习题与考试题型保持一致,以方便考生的学习和掌握。

本系列教材的编写委员会由国际项目管理专业资质认证辅导与评估专家、高等学校项目管理学位教育负责人和具有丰富的项目管理教学经验的教师组成,因而教材内容充分体现了与国际接轨的要求。

项目管理是一门发展迅速的学科,其理论、方法、体系、应用等方面还在不断发展与完善之中,加之专业的局限性和写作时间限制,本系列教材定会有其不足之处,敬请广大项目管理专业师生与考生在教学和学习备考过程中提出宝贵意

见和建议，并及时反馈给我们，以便我们能够及时对教材进行修订与完善，也便于我们不断提高教材质量，更好地为项目管理专业的广大师生服务。



中国（双法）项目管理研究委员会副主任兼秘书长  
西北工业大学国际项目管理研究院副院长  
高等学校项目管理系列规划教材编委会主任



## | 前 言 |

系统工程作为教给人们一种系统思维方式的学科，越来越多地被应用于实践领域的各个行业。系统工程的方法论已经成为了人们思考问题及解决问题的范式，系统工程的应用领域也越来越广泛。系统工程是一门跨学科的工程技术，它从系统的观点出发，立足整体，统筹全局，把自然科学和社会科学中的一些思想、理论和方法等根据系统总体协调的需要，有机地结合起来，采用定量与定性相结合的方法，为现代科学技术的发展提供了新思路和新方法。

系统工程方法对于解决组织管理的问题是极为有效的，因为任何管理都可视为对一个系统的管理。只有对管理对象——系统的普遍规律充分了解掌握后，才能运筹帷幄，得心应手，实现管理最佳化。因此，目前世界各国研究管理的学者们纷纷从各个方面尝试把系统理论应用于管理科学上，力图为经营管理寻求科学的基础。目前，管理正处于由艺术向科学迈进的征途中，系统学与系统工程作为管理哲学，将对管理科学的发展起到指导和促进作用。

系统工程是一门方法论的科学，它给人们提供了一套处理问题和解决问题的系统方法论，即如何以系统的观念及工程的观念处理所面临的社会问题。系统的观念就是整体最优的观念，工程的观念是工程方法论，系统工程使得人们能够以工程的观念和方法来研究、解决各种社会系统问题。

本书共 6 章：第 1 章系统与系统工程，介绍了系统的定义和特征、管理系统的概念、系统的概念、系统工程的方法论和系统工程的应用；第 2 章主要讲述了系统的环境分析、目标分析以及系统的模型化和最优化；第 3 章主要介绍了系统模型的基本概念和系统工程中常用的模型技术，如结构模型化技术、预测模型和系统仿真模型；第 4 章介绍了系统评价的概念与步骤以及常用的系统评价方法，如费用—效益分析法、关联矩阵法、层次分析法、模糊评价法；第 5 章主要介绍了系统决策的概念、确定型和不确定型问题的决策、风险型问题的决策、非结构化问题的决策；第 6 章展示了在实践中应用系统工程的理论和方法解决实际问题的几个案例。

本书的特色是以系统工程方法论的应用过程为主线，系统讲述了系统工程和系统科学的基本理论、方法和应用。本教材有别于其他系统工程书籍的最大特点是，其在章节编排和知识框架的组织上充分体现了系统整体概念的思想，目录结构完全体现了系统工程处理问题的基本思路和逻辑框架，所反映的系统工程知识体系更为全面，书中有大量案例适宜于教学与实践。

本书由西北工业大学白思俊主编，参与本书编写的有西北工业大学的白思俊、刘丽华、郭云涛。

本书在编写过程中，参阅并吸收了大量资料和有关人员公开发表的研究成果，在此对他们的工作、贡献表示衷心的感谢。由于系统工程涉及面非常广泛，又是一门不断发展的交叉学科，加之我们水平有限，编写时间较紧，书中错误或疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

作者

# | 目 录 |

总序

前言

<b>第 1 章   系统与系统工程</b>	<b>1</b>
1.1 系统	1
1.1.1 系统概念的形成	2
1.1.2 系统的定义	3
1.1.3 系统的特性	5
1.2 管理系统	8
1.2.1 管理系统与系统管理	8
1.2.2 管理系统的特点	9
1.2.3 现代工业企业的系统特征	10
1.2.4 企业的系统模型	12
1.3 系统工程	13
1.3.1 系统工程的发展	13
1.3.2 系统工程的定义	15
1.3.3 系统工程的三维结构分析	18
1.3.4 系统工程的软科学性	20
1.4 系统工程的方法论	21
1.4.1 阐明问题	22

1.4.2	谋划备选方案	24
1.4.3	预测未来环境	26
1.4.4	建模和预计后果	28
1.4.5	评比备选方案	29
1.5	系统工程应用的成功案例	29
1.5.1	阿波罗登月计划	29
1.5.2	墨西哥对农业问题进行的系统研究	31
1.5.3	印度巴罗达市公共汽车问题	33
	复习思考题	35

## 第 2 章 | 系统分析 39

2.1	系统的环境分析	40
2.1.1	系统环境	40
2.1.2	环境因素的分析	41
2.1.3	系统与环境边界	44
2.1.4	系统环境分析举例	45
2.2	系统的目标分析	47
2.2.1	系统目标及其相关概念	47
2.2.2	系统目标分析的目的、作用和要求	48
2.2.3	目标集（目标系统）的建立	50
2.2.4	目标冲突	53
2.3	系统模型化和最优化	55
	复习思考题	58

## 第 3 章 | 系统模型 61

3.1	系统模型概述	62
3.1.1	模型的概念和分类	62
3.1.2	模型的构建	64

3.2	结构模型化技术	66
3.2.1	结构模型的概念	66
3.2.2	图的基本概念及其矩阵表示法	68
3.2.3	系统要素可达矩阵的构造	71
3.2.4	解释结构模型法	75
3.2.5	ISM 的应用举例	81
3.2.6	ISM 的缺陷	86
3.3	预测模型	87
3.3.1	回归分析	87
3.3.2	趋势线分析	90
3.4	优化模型简介	91
3.5	系统仿真模型	94
3.5.1	系统仿真的概念与步骤	94
3.5.2	蒙特卡罗法	97
	复习思考题	101

## 第 4 章 | 系统评价 105

4.1	系统评价概述	105
4.1.1	系统评价基本概念	105
4.1.2	系统评价与决策	107
4.1.3	系统评价的步骤与内容	108
4.2	费用—效益分析法	112
4.2.1	费用、效益和有效度	112
4.2.2	费用与效果的关系	113
4.2.3	费用分析	114
4.2.4	费用—效益分析	115
4.3	关联矩阵法	117
4.3.1	概述	117
4.3.2	两两比较法	117
4.3.3	KLEE 法	119

4.4 层次分析法	121
4.4.1 AHP 的基本原理	121
4.4.2 AHP 的基本步骤	121
4.5 模糊评价法	130
复习思考题	134
<b>第 5 章   系统决策</b>	<b>139</b>
5.1 系统决策简介	140
5.1.1 决策的概念	140
5.1.2 决策分析	144
5.2 确定型问题和不确定型问题的决策	149
5.2.1 确定型问题的决策	149
5.2.2 不确定型问题的决策	149
5.3 风险型问题的决策	153
5.3.1 风险型问题的决策准则	154
5.3.2 决策树法	158
5.4 非结构化问题的决策	162
5.4.1 定性推理决策法	163
5.4.2 系统分析决策法	164
5.4.3 可行性研究	166
5.4.4 规划决策与导向	166
5.4.5 软科学决策法	167
复习思考题	168
<b>第 6 章   系统工程应用案例</b>	<b>173</b>
6.1 国防预研项目立项评价	173
6.1.1 国防预研项目立项评价概述	174
6.1.2 国防预研项目立项综合评价	176
6.2 某软件公司软件出口项目成功能力分析	182
6.2.1 问题概述	182

6.2.2	AHP 的应用	183
6.2.3	分析和决策	190
6.3	基于模糊评价法的供应商评价体系	192
6.3.1	供应商评价指标体系	193
6.3.2	基于模糊评价法的供应商评价体系	193
6.3.3	应用实例	195
6.4	房地产小户型项目客户需求要素分析	198
6.4.1	问题的提出	198
6.4.2	研究背景	198
6.4.3	研究过程	200
6.4.4	决策与分析	207

## **参考文献**

211

# 第 1 章

## 系统与系统工程

### 本章学习目标

系统的概念是系统工程学科的基础，系统工程方法论是系统工程处理问题的基本思维方法。本章应重点掌握系统的概念及特性、管理系统的概念与特点、系统工程的概念、系统工程与传统方法的区别及系统工程方法论框架，并基本了解系统工程的应用。

### 1.1 系统

自 20 世纪 40 年代以来，“系统”一词作为一个被广泛研究的对象，已引起了很多研究者和工作者的注意。人们逐渐习惯于将所研究的对象视为一个完整的系统来对待，从而吸引了众多领域的专家从事系统方面的研究和应用工作，并逐步形成了一门新兴的学科体系——系统论。



### 1.1.1 系统概念的形成

“系统”这一概念应该说是人类在认识客观世界的过程中逐渐形成的一种系统观念。随着社会的进步和科技的发展，系统的概念也相应地不断变化。

系统概念最早来源于古代人类的社会实践和科学总结。“系统”这个词早在古希腊时代就已使用。公元前，古希腊的唯物主义哲学家德谟克利特（Democritus）就曾在物质构造的原子论基础上论述了“宇宙大系统”。他认为世界是由原子和虚空组成的，原子组成万物，从而形成了不同的系统和有层次的世界。古希腊的伟大学者亚里士多德（Aristoteles）关于整体性、目的性、组织性的观点，以及关于事物相互关系的思想，是古代关于系统的一种朴素概念。我国春秋末期，思想家老子就曾阐明自然界的统一性，用自发的系统概念观察自然现象。他用古代朴素的唯物主义哲学思想，描述了对自然界的整体性和统一性的认识。古代朴素唯物主义哲学思想强调对自然界整体性、统一性的认识，把宇宙作为一个整体系统来研究，探讨其结构、变化和发展，以认识人类赖以生存的大地所处的位置和气候环境变化规律对人类生活和生产的影响。如在西周时代，就出现了用阴阳二气的矛盾统一来解释自然现象，认为金、木、水、火、土“五行”是构成世界大系统的五种基本要素。在东汉时期，古代天文学家张衡提出了“浑天说”，揭示了天体运行和季节变化的联系，编制出历法和指导农业活动的二十四节气。在北魏时期，著名学者贾思勰在其名著《齐民要术》一书中，叙述了气候诸因素与农业发展的关系，对农作物与种子、地形、耕种、土壤、水分、肥料、季节、气候诸因素的相互关系，都有辩证的叙述，并提出了如何根据天时、地利和生产条件合理地安排农事活动。周秦至西汉初年的古医学总集《黄帝内经》，强调人体各器官的有机联系、生理现象与心理现象的联系，以及身体健康与自然环境的联系。现代耗散结构理论的创始人 I.普里高津（I.Prigogine）在《从存在到演化》一文中指出：“中国传统的学术思想着重于研究整体性和自发性，研究协调与协和。”但是，当时缺乏对这一整体各个细节的认识能力。直到 15 世纪下半叶，近代科学开始兴起，近代自然科学发展了研究自然界的分析方法，包括实验、解剖和观察的方法，把自然界的细节从总的自然联系中抽出来，分门别类地加以研究。这就是在哲学史上出现的形而上学的思维方法。

从系统概念的产生和发展可以看出，系统的概念来源于人类长期的实践活动，但由于古代科学技术不发达，往往只能得到分散的认识，不够深入。古代朴素唯物主义哲学思想虽然强调对自然界整体性、统一性的认识，却缺乏对这一整体各