

建筑施工工程师技术丛书

运筹学： 管理科学 基础

周士富 编著



中国建筑工业出版社

建筑施工工程师技术丛书

运筹学:

管理科学基础

周士富 编著

中国建筑工业出版社

本书是建筑施工工程师技术丛书之一，比较系统地介绍了运筹学的基本原理和主要方法，内容包括：线性规划，运输和分配问题，动态规划，网络计划技术，库存控制，设备更新，决策分析，对策分析和模拟技术等，并配有一定数量的例题。内容由浅入深，由具体到一般，文字通顺易读，便于自学。

本书适合工程技术人员、工业生产和建筑管理人员学习现代管理科学的需要，也可供高等工业院校管理工程专业师生参考。对于有志自学青年，也是一本学习现代管理科学基础的人门读物。

建筑施工工程师技术丛书
运 筹 学：管 理 科 学 基 础
周 士 富 编 著

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：9³/₄ 字数：252千字

1986年3月第一版 1986年3月第一次印刷

印数：1—19,100册 定价：1.85元

统一书号：15040·4900

出版说明

当前，新技术革命浪潮冲击着一切经济部门，建筑业也不例外。许多现代化的科学技术方法和管理手段正逐步地应用在建筑业中，取得了越来越大的经济效益。党的十一届三中全会以来，我国的建筑事业得到了蓬勃发展，各种现代化的建筑如雨后春笋，逐年增多。常年奔波在施工生产第一线的建筑施工工程师们，担负着繁重而复杂的施工任务。他们渴望学习新技术，提高业务水平，渴望更新自己的知识以适应现代化的要求。为此，我们组织出版了这套丛书，希望这套书能对他们有所裨益，并在工程实践中广泛应用新技术，建造出更多优良的工程，取得更佳的经济效益。

这套丛书主要参照同济大学主办的施工企业工程师进修班讲义，并结合当前施工技术的发展而组织编写的，计划列题10种，三年左右出齐。成书时尽量做到内容完整系统，文字叙述深入浅出，以便于现场施工工程师和技术员自学。当然，书中的内容选材是否适当，能否满足读者的要求，还希望广大读者提出意见，以便我们改进。谢谢！

中国建筑工业出版社

1985年2月

序 言

(一)

运筹学是在本世纪四十年代前后逐步发展和形成的一门新兴学科。从企业管理的角度来说,运筹学是对企业管理中的一些问题,主要从数量的方面,通过数学模型进行分析,并从中选择最优方案的一门近代管理科学方法,为管理部门的领导人员对问题作出决策提供科学的依据,从而提高管理决策的水平。

对于工程技术人员来说,运筹学也是一门很有用的学科。通过学习运筹学,以及随后逐步出现的各种现代管理科学,可以帮助我们寻找工程技术和管理中一些问题的最优方案或满意的方案,而且这些方法的基本思路,对我们解决或处理企业生产和经营管理的许多问题都是很有帮助的。以在我国流传较广的统筹方法为例,一些工程技术人员掌握了统筹方法的实质后,有时虽然没有在处理每一个工程项目时,都仔细地画出统筹图,但是他在考虑问题时,都已经能在自己的头脑中形成一条无形的“关键线路”。当然,这种能力需要通过对问题的数学模型构造及其解法的学习后才能逐步形成。

周士富同志与我共事多年,近几年来在我院为城乡建设环境保护部举办的施工企业工程师进修班上,曾以本书作为教材讲授多次,取得了很好的效果,颇受欢迎。本书的特点是通过具体的问题引出数学模型和计算方法,并以具体实例紧密配合,而避开严密的数学推导和论证,使学员能比较容易地一步一步由浅入深地掌握内容的实质,从而提高管理的水平和能力,因此,特别适

合于一般工程技术人员的学习需要。本书这次交付出版前，又作了不少修改与补充。希望通过本书的出版，能对促进我国企业，特别是建筑企业管理水平的提高有所贡献。

同济大学经济管理学院

沈 荣 芳

一九八五年元月于上海

序 言

(二)

先进的科学技术和先进的管理方法是推动现代经济高速度发展的两个车轮。我国国民经济的发展和经济体制改革要求工程技术人员不但要具有某方面的工程技术知识,而且还要具有一定的技术经济和管理科学知识。本书是专为工程技术干部学习现代管理科学知识而编写的。初稿早在1982年就已完成,曾在城乡建设环境保护部和同济大学合办的建设管理干部培训中心“施工企业工程师进修班”上作为教材使用多期,反映良好。现在又经过修改补充,内容更趋充实。

现代管理科学以运筹学为基础。运筹学主要是运用数学方法解决经济管理中决策问题的一种工具,以期帮助主管人员科学地选定最优行动方案。由于现实问题的复杂性,形成了运筹学的许多分支。复杂的数学推导和公式运算往往是使很多初学者失去学习运筹学兴趣的主要原因。为了适应广大在职工程技术人员学习运筹学的需要,编著者参考了多本国内外有关的书刊资料,摒弃了繁琐的数学引证和推导,删繁就简,扼要地阐述了运筹学各分支的主要内容、基本概念、解题方法及其可能的应用方面,文字通畅,内容简明。这不但可使读者概括地了解管理科学的基本知识,也为工作需要时进一步学习较高深的课题打下一定的基础。因此本书极适宜作为在职工程技术人员和经济管理类专业干部学习现代管理科学的培训教材或具有高中文化程度的厂长、经理们的自学之用。

城乡建设环境保护部 建设管理干部培训中心
同济大学 大学

何 秀 杰

一九八五年一月于上海

前 言

本世纪三十年代以来，特别是五十年代以来，社会经济生活的需求，销售市场的竞争、科学技术（主要是数理统计理论和电子计算机技术）的不断发展，以及工业生产自动化和连续化程度的提高，促使工业企业生产和经营管理技术也得到了迅速的发展。运筹学就是在这一历史阶段中，由于管理理论和方法与数学和电子计算机技术相结合而逐渐产生并迅速发展起来的。例如，运筹学的一个主要分支线性规划，就是在三十年代由苏联数学家康特洛维奇研究和提出，并由美国数学家希奇柯克和坦泽在四十年代加以完善的。坦泽提出的“单纯形法”求解方法为线性规划奠定了理论基础。运筹学的其他一些分支，如动态规划、质量控制、库存管理、设备更新、对策理论也是在这一阶段提出和发展起来的。五十年代以后，由于电子计算机技术的发展和企业生产经营管理的需要，又产生和发展了网络计划技术、决策分析方法和模拟技术等现代管理理论、方法和手段，大大丰富了运筹学的内容，使管理理论和方法由本世纪初的科学管理，发展到了当代的管理科学的新阶段。我国早在五十年代中期就引进和研究了这一门新兴学科，并在一些工业部门和企业中作了推广应用，对国民经济的发展和工业生产管理水平的提高起了积极的作用。随着工业生产和科学技术（特别是微电子技术）的不断发展，运筹学和管理科学还将得到相应的、不断的发展和实际应用。

当前，摆在我国人民面前的艰巨和宏伟任务是，要在本世纪末实现四个现代化，把我国建设成为具有高度物质文明和高度精神文明的社会主义强国。要完成这一历史任务，一是靠政策，二是靠科学技术（包括自然科学、生产技术和科学管理）。现代化的

工业生产和建设事业需要现代化的生产技术和科学管理，而对于工业生产和建筑施工的（特别是企业高层的）管理和领导人员来说，具有现代化的管理科学知识和素养显得更为重要。

现代管理科学是一门综合性、边缘性的学科，内容十分丰富，它是工程、经济、数学、电子计算机技术以及社会学、心理学、生理学等学科的有机结合，而运筹学则是现代管理科学的重要基础。

建国以来，由于某些原因，工程技术人员往往只重视本专业的工程技术，而忽视经济和管理问题。事实上，工程技术中包含有大量的经济和管理问题，而经济和管理问题也需要以工程技术知识作为基础，才能加以正确、合适的解决。可喜的是，经过十年动乱后的拨乱反正，不少工程技术人员已逐渐认识到这两者的关系，并正在努力把工程技术和经济管理知识结合起来，出现了一股工程技术人员学习经济和管理知识的热潮。本书就是为了适应这一学习热潮而编写的。

有些工程技术人员可能对运筹学这一新兴学科还比较陌生，感到神秘，或者以为需要有较深的数学基础而感到枯燥和畏惧。运筹学确定是以较深的数学理论（如矩阵、微积分、线性代数、概率、数理统计等）为基础产生出来的。但作为企业的工程技术人员和管理人员，主要是掌握它的基本内容和应用方法，而不是研究它的运算方法和公式来源。因此，对于已具有大专或高中数学基础而又有一定工程技术和生产管理实践经验的人员来说，是完全有可能通过学习加以掌握的。

本书比较系统地介绍了运筹学中最基本的内容，诸如线性规划，运输和分配问题，动态规划，网络计划技术，库存管理，设备更新理论，决策分析方法，对策理论和模拟技术等。有了这些基础，将可以引导你去涉猎现代管理科学其它部分的新领域、新天地。

本书根据编著者多年的教学经验，又针对工程技术人员学习管理科学的特点，在编写中力求避免繁琐的数学推导，而着重介绍

运筹学的基本内容 and 应用方法。每介绍一种方法都配有一定数量的例题，由浅入深，由具体到一般，便于读者理解和掌握。对于有志自学的青年同志，也是一本入门的基础读物。

如果通过本书能使读者对运筹学和管理科学引起兴趣，进而去学习现代管理科学的更广泛、更深入的内容，并在自己的工作 中有所应用，有所创新，为我国社会主义经济建设多添加一砖半瓦，为企业多创造一分盈利，为人民多带来一些实惠，都将使作者欣喜不已。

本书初稿曾在城建系统京、津、沪三市和华东六省建筑企业工程技术人员管理科学进修班上多次使用，得到了良好的反映。

在编写过程中曾得到同济大学经济管理学院沈荣芳、丁士昭以及城乡建设环境保护部和同济大学合办的建设管理干部培训中心不少同志的热情鼓励和帮助，并承西南交通大学郭耀煌、童淑惠同志和中国建筑工业出版社蔡秉乾同志对书稿进行了详细的审阅，提出了宝贵的修改意见，使本书得以修正、充实并顺利出版，同济大学经济管理学院副院长沈荣芳副教授、建设管理干部培训中心主任何秀杰副教授又热心为本书写了序言，在此谨表深切的谢意。但限于水平，错误和疏漏之处恐还难免，敬希读者提出指正意见。

谨以本书献给有志于学习和推行现代化管理方法的工程师、厂长和经理们。

周士富 谨识

一九八五年一月于上海

目 录

出版说明	
序言(一)	
序言(二)	
前言	
第一章 概论	1
一、管理的基本职能和意义	1
二、管理科学的发展阶段	5
三、运筹学的研究对象和主要内容	19
第二章 线性规划问题的数学模型	27
一、线性规划问题的应用举例	27
二、线性规划数学模型的一般形式	35
第三章 线性规划数学模型的图解法	37
一、图解法的求解步骤	37
二、目标函数斜率变动的影响分析	43
第四章 线性规划模型的单纯形解法	48
一、单纯形法的应用准备	48
二、单纯形法的求解步骤	51
三、对约束条件为等式和 $\geq$ 表达式的改进	58
四、单纯形法解最小值问题	60
五、线性规划问题求解中的特殊情况	68
第五章 运输和分配问题的模型和解法	83
一、运输问题的数学模型和求解方法	83
二、初始可行基本解的确定方法	87
三、运输问题最优解的求解和鉴别方法	98
四、运输问题中的特殊情况	109
五、分配问题的数学模型和求解方法	116

第六章 动态规划模型及其求解方法	130
一、动态规划的原理和最优化原则	130
二、动态规划的数学模型	135
三、动态规划的求解方法	139
四、动态规划在管理决策中的应用	145
第七章 网络计划技术	157
一、网络计划图的特点	157
二、网络计划图的绘制要点	160
三、关键线路方法	162
四、计划评审技术	166
五、缩短工期的经济分析	172
第八章 库存管理和控制	178
一、库存费用的组成及其特点	178
二、经济订货批量的确定	181
三、货物非瞬时到达时的经济订货批量和库存费用	184
四、允许有缺货时的经济订货批量和库存费用	186
五、享有优惠订货价格时的库存政策	190
六、库存的控制和管理	193
第九章 设备更新理论	197
一、设备的磨损及其补偿	197
二、设备使用费用的组成及其特点	199
三、设备最优更新期的确定	201
四、更新设备的选择	205
五、设备的费用方程	209
六、技术进步对最优更新期的影响	211
第十章 决策分析	215
一、决策问题及其意义	215
二、决策问题的条件和类型	216
三、非确定性条件下的决策方法	217
四、风险性条件下的决策方法	223
五、在有附加信息条件下的决策方法	230
六、风险因素对决策的影响	233
第十一章 对策分析	242

一、对策问题及其意义	242
二、两人零和对策	243
三、单纯策略的两人零和对策	244
四、损益矩阵表的简化	248
五、混合策略的 2×2 阶两人零和对策	249
六、混合策略的 $2 \times n$ 阶对策	258
七、混合策略的 $m \times n$ 阶对策	263
第十二章 模拟技术	269
一、模拟和模拟技术	269
二、随机数在模拟中的应用	271
三、电子计算机模拟技术	273
四、计算机模拟在管理决策中的应用	276
参考书目	288

第一章 概 论

一、管理的基本职能和意义

什么是管理？管理是一种动态的职能，通常是指一个机构（工厂、农场、公司、机关）的主管人员，通过计划、组织、指挥、协调和控制等职能活动，把机构所拥有的人力、物力、财力充分利用起来，使之发挥最大的效用，以求最好地完成机构的任务，达到预定的目标。管理的这种职能是由集体活动和共同劳动引起的。

马克思曾经指出：“一切规模较大的直接社会劳动或共同劳动，都或多或少地需要指挥，以协调个人的活动，并执行生产总体的运动——不同于这一总体的独立器官的运动——所产生的各种一般职能。一个单独的提琴手是自己指挥自己，一个乐队就需要一个乐队指挥”^①。又说：“凡是有许多个人进行协作的劳动，过程的联系和统一都必然要表现在一个指挥的意志上，表现在各种与局部劳动无关而与工场全部活动有关的职能上，就象一个乐队要有一个指挥一样”^②。

由此可见，管理是由共同劳动引起的，是社会生产力发展到一定水平和劳动社会化的产物。劳动产生分工和协作以后，就必然会产生对集体活动和共同劳动实施计划、组织和指挥的职能要求。

西方一些经济管理学家和经济管理人员也认为，管理是一个机构的首脑，应用某种思想、原理和方法，引导和集中属下全体人员的活动和力量，去最好地完成某一目标的一种职能。而研究怎

① 《马克思恩格斯全集》第23卷，人民出版社1972年版，第367页。

② 《马克思恩格斯全集》第25卷，人民出版社1974年版，第431页。

样应用科学的思想、原理和方法，组织所属力量去最好地完成某一目标的学问，就形成了管理科学这一新的学科。

对一个企业来说，管理通常是指在企业整个生产活动中，发挥和实施计划、组织、指挥、协调和控制等方面的职能，以保证企业生产任务和目标的完成。

所谓计划的职能，主要是指为企业确定一个远期的奋斗目标和近期的具体任务，选择实现目标的行动方案等。有了计划，生产活动才能有所依据。

所谓组织的职能，主要是指建立一个有效的管理系统和相应的管理机构，明确机构和人员的职责分工，把企业拥有的人力、物力、财力，合理地组织和运用起来。组织是达到目标，完成计划的保证。

所谓指挥的职能，主要是指根据计划要求，对下属单位和人员分派任务和进行指导，以充分发挥机构和人员的所长，更有效地完成预定的任务。

所谓协调的职能，主要是指按照计划的进展和情况的变化，及时对生产活动 and 人力、物力、财力进行调度，或者调整各生产部门和生产环节之间的关系，以使生产能按预定的目标和要求顺利进行。

所谓控制的职能，主要是指为了达到预定的目标，必须对生产的各个方面（如产量、质量、劳动工时和原材料消耗、机械设备使用状况以及成本等等）规定一定的标准，并随时进行检测。如果实际执行结果偏离了原定标准，就要立即进行分析，并采取措施加以纠正。

关于管理的基本职能，半个多世纪以来，各国的经济和企业管理学者，曾有不同的表述方法。例如，有的认为管理除上述五个职能以外，还应有人事和激励、教育和培训两个职能；有的认为管理主要是计划、组织和控制三个职能；有的更把管理归结为计划与控制或决策与用人两大职能。但是，自第二次世界大战以来，随着商品生产规模的扩大和市场竞争的加剧，工业发达国家

的经济和企业管理学者较多的认为，从更全面的意义上来理解，企业管理的基本职能应当包括两大方面：一方面，适应企业内部组织生产的要求，应该实施生产管理（也即通常所说的管理）的职能，它的具体体现就是计划、组织、指挥、协调和控制等五个职能。另一方面，适应企业对外部环境的联系和市场竞争的要求，应该实施经营管理的职能，它的具体体现为市场调查、销售预测、生产决策、新产品开发、物资采购、产品销售以及售后服务等职能。

生产管理和经营管理作为企业管理的两大方面的职能，后者比前者显然更为重要，因为它要确定企业的经营目标和经营方针，关系到企业的发展方向与前途，具有战略的意义。前者则是在后者指导下完成执行性的任务，以保证经营目标和经营方针的实现，一般只具有战术的意义。但是，当经营目标和经营方针确定以后，生产管理职能发挥得好坏，对完成经营目标也具有重要的作用。因此，既要重视企业的经营管理职能，也要不断发挥企业的生产管理职能，只有这样，才能不断提高企业的管理水平和经济效益。

近几年来，随着我国经济体制的改革，商品生产和市场机制的发展，我国不少经济和企业管理专家 and 实际工作人员也越来越感觉到企业管理的基本职能应当包括生产管理和经营管理两大方面。

把企业管理的基本职能从单纯的生产管理扩展到生产和经营两大方面，不仅是对企业管理职能认识广度和理解深度的扩展，而根本上是企业管理客观实践的要求，是商品生产和市场机制发展的需要，是搞活经济，增强企业活力的需要，是加快实现“四化”的需要，它适应了我国工业和建筑企业从生产型转向生产经营型的新时期中，对加强和提高企业管理所提出的新要求。

管理在社会经济生活、工业和建筑生产经营中具有重要意义和作用。

早在十月革命胜利后不久，列宁就在《苏维埃政权的当前任

务。一文中指出：“社会主义政党在世界历史上第一次基本上完成了夺取政权和镇压剥削者的事业，紧接着就要解决管理这个任务”。并把这个任务称之为“最困难的（也是最崇高的）任务”^①。

关于管理的重要性，西方工业发达国家的一些经济学家也有多种评说。

一种比较普遍和广泛的说法是“两个轮子”说，即认为先进的科学技术和科学管理是推动现代社会经济高速发展的两个车轮，两者缺一不可。

另一种说法是“三大支柱说”，认为管理、科学和技术是促进现代社会文明发展的三大支柱。

还有一些说法是“三七分成说”和“发展之母说”，即西方一些企业经营管理从近半个多世纪以来企业的盛衰变化发展中，深切感到企业的成败“三分在技术，七分在管理”，因而认为，“管理是企业发展之母”。

从以上几种说法中，可以看出西方经济学者和经营管理人员对管理的重视。当代美国管理学家杜拉克更明确地指出：“管理是促成社会经济发展的最基本的因素”。

另一方面，从加强管理工作，提高管理水平对企业所带来的经济效益来看，也是足以使人受到启发和鼓舞的。根据一份经济报刊报导，国外一个经济机构曾对企业增加人员及其相应带来的经济效益作过测定，数据表明：企业增加一个劳力，可以取得1:1.5的经济效果；增加一个技术人员，可以取得1:2.5的经济效果；而增加一个有效的管理者，则可以取得1:6的经济效果。这个数据可能有局限性或片面性，不能作固定的看待。实际上，近几年来，我国一些企业由于起用了一批既懂生产技术，又会科学管理的中青年厂长、经理，大力学习和推广应用现代管理科学方法，给企业带来的经济效益，与为推行这些方法所耗费的费用相

① 《列宁全集》第27卷，人民出版社1963年版，第221页。