

管理科学基础

严智渊 编

GUANLI
KEXUE
JICHU

上海科学技术文献出版社

17121
C 93
86 14

管 理 科 学 基 础

严智渊 编

*

上海科学技术文献出版社出版

(上海市武康路2号)

新华书店上海发行所发行

上海市印刷十二厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 7 字数 168,000

1982年9月第1版 1986年9月第4次印刷

印数 79,101—85,900

书号: 17192·39 定价: 1.20 元

《科技新书目》125—177

前 言

管理成为科学是本世纪初的事，迄今才七、八十年历史，但其发展颇为迅速。近二十年来，企业规模不断扩大，科学技术更新速度日益加快，工业生产自动化、连续化和快速化的高度发展，必然要求管理现代化。

我国建国以来，国民经济有了很大发展。据统计全国已拥有工业企业近四十万个，迫切需要有一大批年轻的，具有现代化管理知识，具有经济观点和组织能力的高质量管理干部。可是，目前仅仅依靠高等学校管理专业来培养人材，还不能适应在本世纪内实现四个现代化的需要，为此必须采取多种途径来发展管理教育。例如，提高现有企业管理人员的水平，采用轮训和鼓励自学相结合的方式，给予适当的学习和提高的机会。对于高等工科院校来说，在培养高质量的科技人材的同时，应注意到对他们进行必要的经济管理知识的培养。

本书力求反映最新科学技术和管理的成果，并着重方法和应用，每介绍一种方法，都有计算实例，便于读者理解和掌握；内容深入浅出，但又不同于科普读物；要求读者有一定的数学基础知识，学习上有一定的难度，但又能学得会，用得上。本书能适应不同文化程度的读者。本书介绍的内容有：线性规划、运输问题、计划评审技术、网络分析、库存论、排队论和决策论等，此外还有预测技术、全面质量管理和技术经济分析等。

在编写过程中，得到邵士斌教授的指导，尤其是承蒙张震教

授和翟立林教授审阅全稿,作者表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中难免有许多不足之处,敬请指教。

作 者

一九八〇年五月于上海

59751

C93

86-1X

目 录

绪论	1
第一章 计划评审技术	4
第二章 线性规划	27
第三章 运输问题	50
第四章 网络系统的优化技术	67
第五章 库存论	89
第六章 预测技术	102
第七章 决策论	119
第八章 排队论	138
第九章 全面质量管理	166
第十章 技术经济分析	200



绪 论

在本世纪内实现四个现代化是今后二十年内全党、全国人民的奋斗目标和光荣任务。现代化的社会主义生产建设需要现代化的管理。世界上一切经济发达国家具有一条共同的经验，这就是一个社会要兴旺发达起来，就必须充分利用本国的一切资源，要做到这一点必须具有高度发达的科学与技术，最后，要使科学技术发挥它的作用，使资源(包括人和物)得以最有效地利用，就必须依靠管理。

“管理就是要别人替你把工作做好”^{*}，“指导下属人员，调动一切积极因素，使之发挥最大的主动性和积极性，去最好地完成交给他们的任务”^{**}。从这种意义上说，管理就是“领导”。然而管理不仅是着眼于当前企业的具体活动，对于现代化企业来说更重要的是掌握企业的动态，企业的发展，使企业适应变化着的环境，这就会遇到许多未来的不确定因素，因而必须作出规划和计划，从大量可行的方案中，选择最优的方案。从这种意义上来说，管理就是“决策”。正确的决策，能给企业带来丰硕的经济效果，执行上虽稍有不足之处，尚可设法挽回而无碍大局。反之如果决策错误，则将造成无可挽回的损失，执行愈是得力，造成的损失就愈大。所以现代管理的重点和关键在于最优决策，只有在正确的决策的条件下，正确的执行才会产生效果。当然决策和执行应该协调一致，决不能把它们割裂开来，对立起来。

现代管理科学是涉及工程、经济、心理学、生理学、数学、仿真学及电子计算机等学科的一门综合性学科。下面作简要介绍：

1. 工业工程:研究工序分析、动作研究、时间研究、设备配置、生产组织和经营组织等。

2. 经济理论:宏观经济学、微观经济学、工程经济学、价值工程、市场学、工业会计、工业统计、财务分析、投入产出分析、计量经济学等。

3. 数学方法:包括数学规划(线性规划,非线性规划和动态规划等)、排队论、对策论、决策论、库存论等运筹学分支,以及质量控制、计划评审技术、系统工程等。

4. 电子计算机的应用科学:企业管理信息系统,数据处理系统,数据库及应用软件包等。

5. 其他学科:劳动心理学、生理学、人类工程学、行为科学等。

本书着重介绍数学方法在管理科学中的应用,尽可能举实例来说明问题,以便于读者掌握方法,并付之应用。

为了清晰地表明现代数学方法在企业管理中的应用,特先介绍一张示意图(见图1)。由图可见,整个企业现代化管理,以电子计算机为中心,按程序进行信息处理,求解数学模型,作出决策,控制实施,检验效果,达到预定目标。从计算机出发,有十几个方面的数学方法包括:线性规划、非线性规划、排队论、对策论、网络技术、计划评审技术、数理统计方法、优选法和正交试验设计、库存论、价值分析、经济预测、投入产出模型以及控制论等。对于数学方法在图中以椭圆形框标出。其周围的方框为其应用方向。此图包含了基本的方法和应用范围,但也不是包罗万象。本书要介绍的只是基本方法中最常用的部分。

• “Management was getting things done through other people.” 摘自香港时代生活教育出版社1978年出版的《现代管理学》,52页。

•• 同上。——编者

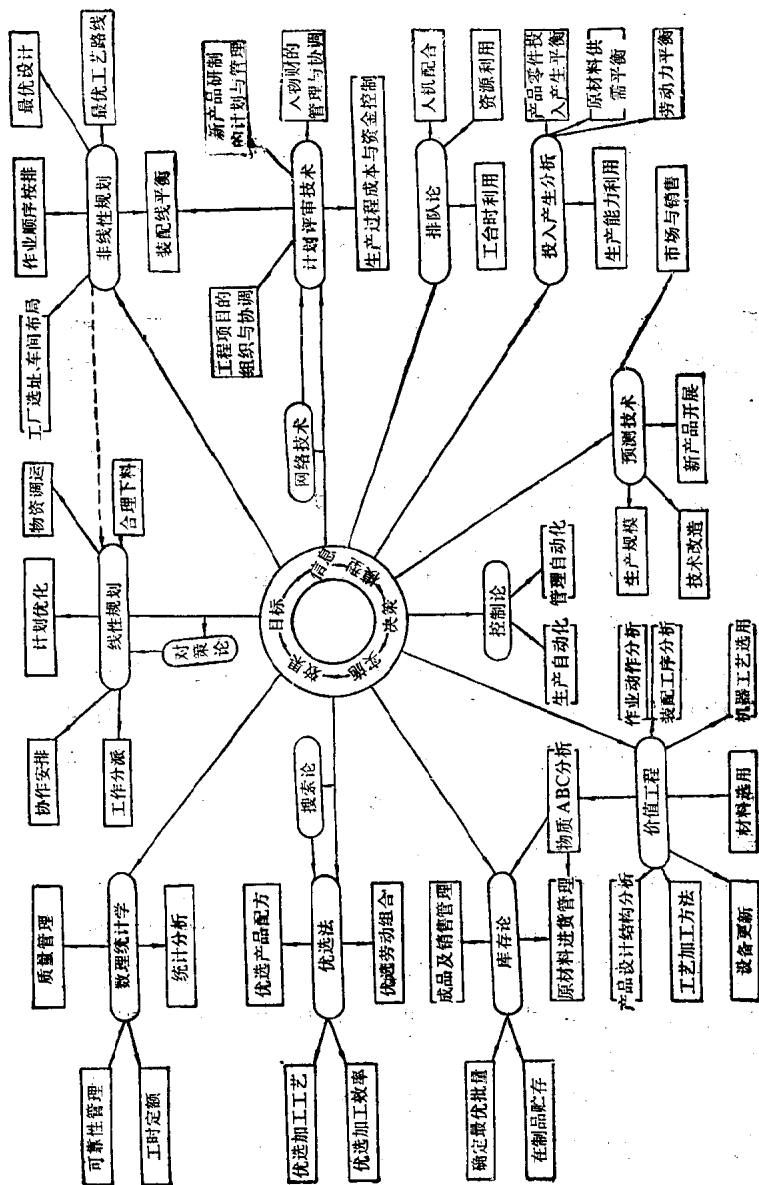


图 1 现代化工业管理的数学方法示意图

第一章 计划评审技术

第一节 计划评审技术发展概况

现代化计划管理不仅需要科学态度，还必须借助于科学方法，尤其是大工程项目的开发，例如导弹系统，高能加速器，高层建筑，现代化机场，万吨巨轮等的设计和研制。这些项目技术复杂，协作单位多，研制周期长，耗费资金多，各方面协作关系错综复杂。如果没有周密的计划和科学的方法，任何人都无法了解和控制工程项目的进展。另一方面，科学技术的发展，为科学管理提供了最优化的数学方法和最先进的计算工具——电子计算机。计划评审技术就是在这样的背景下应运而生。

计划评审技术(“Program Evaluation and Review Technique”简称 PERT)，它起源于美国。1957 年美国杜邦公司在建设化工厂时，首次采用了关键路线法(CPM)，使该项工程提前两年完成。以后又应用于化工厂的大修工程，在一年内节约了一百万美元。1958 年，美国海军部特种计划局(SPO)首次把 PERT 应用于北极星导弹潜艇的研制工作，该项工程计划包括 3000 项作业，23 个网络。由于应用 PERT，使该项目总工期缩短了两年时间。六十年代，世界各国陆续地把 PERT 应用于工业、农业、国防、科学技术的计划和管理。自 1962 年起，美国政府作出决定，一切新开发的工程项目必须应用 PERT，否则一律不予批准。我国华罗庚教授在六十年代就致力于宣传和推广 PERT，并称之为“统筹方法”。近年来在国民经济各部门中广

泛采用 PERT,并取得了显著的经济效果。

PERT 网络技术之所以有效,是因为它具有许多一致公认的优点:(1)明确表示各作业间的相互顺序关系;(2)对每一作业时间有一合理的估计,便于掌握进度;(3)能找出关键路线和作业,有助于从全局出发,抓住关键,统筹安排,合理地组织和指挥生产,采取措施,加快进度;(4)可应用最优化技术,从许多方案中选择最优的计划方案。所谓最优的计划方案就是在保证质量的前提下,尽量缩短工期,节约投资,提高效率,降低成本;(5)PERT 网络计划计算简便,容易学习,便于推广使用;(6)PERT 网络计划可排成电子计算机程序,为今后应用电子计算机,实现管理现代化创造了有利条件。

PERT 网络技术的应用能获得显著的经济效果。据国外统计资料报道,PERT 应用于工程项目,平均能缩短工期五分之一,节约资金百分之十左右。尤其是取得这样的经济效果,并不需要增加人力、设备和资金。

因此 PERT 已成为计划工作必不可少的有力工具,无论是军事或民用,大至空间技术、海洋工程的开发,小至企业计划、科研管理等方面无不可以应用。尤其适用于一次性的大规模工程项目,例如金山石化厂等大型建设项目,大型民航客机研制项目,高层建筑群的施工,新产品试制,成套设备和工厂的大修,以及远景规划,组织调整等。一般说来,工程规模愈大,项目愈复杂,协作单位愈多,应用 PERT 的效果也愈大。

第二节 基本概念

1. 网络图

PERT 的基本方法就是绘制表示工程(或生产)顺序关系的 PERT 网络图,它是工程项目(或生产过程)内在逻辑关系的综

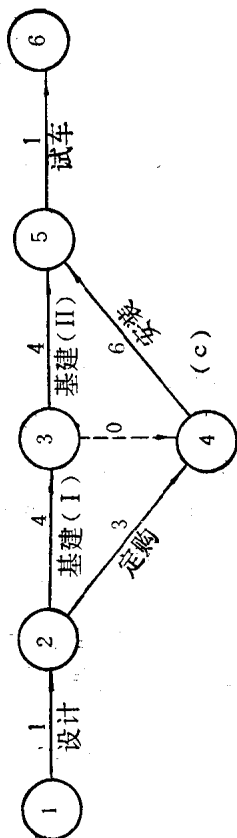
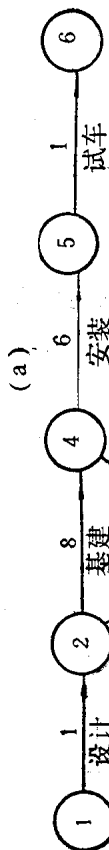
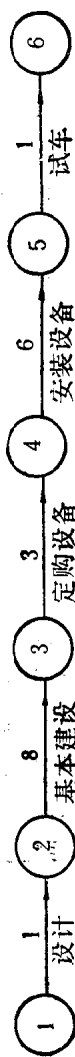


图 2 基本建设项目网络计划图

合反映,它是进行计划安排的基础。

我们先以经过简化的例子来引出问题。今有一工程项目,全过程包括设计,基本建设,订购设备,安装设备,试车,最后正式投产。可见其中有五项作业,假设我们已经估算出完成每项作业的时间(见图 2a)。

如果按照先后顺序一项一项地进行,则工程的总工期为

$$1+8+3+6+1=19 \text{ 个月}$$

稍加分析不难看出,只要设计结束,基本建设和订购设备可以同时进行,这样安排可使总工期缩短 3 个月(见网络图 2b)。

进一步考虑到设备安装并不一定等到基建结束才能开始。就是说,只要经过四个月的基建,初具规模之后,这时所订购设备已经到货,因而在已建成部分的厂房内,可以开始安装设备(见网络图 2-c)。

分析一下这张网络图,自始至终,即从①到⑥有三条路线,每条路线长度不同。

表 1 路线长度计算表

路 线	时 间 长 度 (月)
1→2→3→5→6	1+4+4+1=10
1→2→4→5→6	1+3+6+1=11
1→2→3→4→5→6	1+4+0+6+1=12

其中最长的一条路线为 1→2→3→4→5→6,总长度为十二个月,这条路线是全工程的关键,故又称关键路线。至于什么是关键路线?如何计算?以后将详细讨论。但是从这个简单例子可以看到,利用网络图进行合理安排,可以缩短总工期 $19-12=7$ 个月。网络愈是复杂,这种潜力愈大,所获得的效果也愈大。

从上例可知,要构成网络图必须先列出作业明细表。而构

成作业明细表需要一定的专业知识,即必须了解该项工程,生产过程可分为几项作业或工序,作业的名称和内容是什么,各项作业有何种先后顺序关系,每项作业的时间长度和所需的费用等。下面举例说明:

[例] 金工车间安排车床大修,可排出作业明细表于下:

表2 作业明细表

作业代号	作业名称和内容	后续作业代号	结点号 i—j
A	拆卸	B、C	1—2
B	清洗	D	2—3
C	电器检修和安装	J	2—8
D	检查	E、F	3—4
E	零件修理	G	4—5
F	零件加工	H	4—6
G	床身和工作台组装	I	5—7
H	部件组装	I	6—7
I	变速箱组装	J	7—8
J	总装和试车	结束	8—9

按照作业明细表规定的作业顺序画出网络图(图3)。作业以箭号表示,作业与作业之交点用圆圈表示。例如,作业A的后续作业为B和C,B之后为D,D之后分为两路E和F,以此类推,又如G和H的后续作业均为I,故两个箭号交于一点。网络图绘成后,对结点进行编号,要求箭头的号码大于箭尾的号码。由此可见,每项作业代号可用箭头和箭尾的结点号表示。例如作业H的代号为(6—7)。这种编号法称之为双代号法。因为结点已用数字编号,作业不宜再用数字编号,否则容易混淆。

为了正确地构成网络和进行网络计算,下面进一步研究网络的构成。

(1) 构成网络的基本要素

① 作业

指工程中某项工作(或生产中某道工序)。要完成一项作业必须具备一定的人力、物资、设备、资金和时间。首先考虑它的时间,也就是说一项作业是从某一特定时刻开始到下一特定时刻结束,所花时间称为作业长度。作业用箭号表示,箭号所指方向是作业进行的方向。

每项作业都有始点和终点,为了区别各项作业,对始点和终点均编以号码,例如起点号为 i , 终点号为 j , 要求 $i < j$ 但不一定要连号。有时还故意跳号, 以便于插入增设结点。作业长度用 t_{ij} 表示, 可注于箭杆上方。

② 结点或事件

指某项作业开始或结束这一事件,而这事件又是某一特定的时间点,表示前项作业结束的时刻,又是后项作业开始的时刻,在网络图上表示为箭号的起点和终点,以及两个或两个以上箭号的交接点,故又称为结点,用标以号码的圆圈表示。

③ 虚作业

并非真实作业,因而不需时间和资金。但它用来表示一项

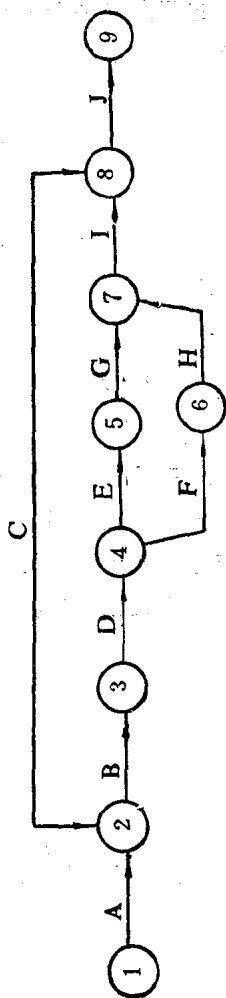


图3 机床大修网络计划图

作业的开工取决于另一项作业的完工。加入虚作业是为了消除网络中可能出现的逻辑上混淆现象。虚作业的用法后面再讨论。

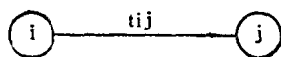


图4 作业的图示法

(2) 网络图的构成规则和基本计算

① 作业的顺序关系

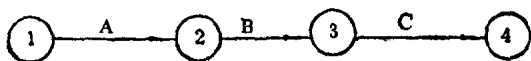


图5 作业顺序图

A 完工后, B 才能开工, B 完工后, C 才能开工。A 对于 B 来说是先行作业, B 对于 A 来说是后续作业。B 对于 C 来说是先行作业。先行作业完工后, 后续作业才能开工, 而先行和后续作业关系又是相对的。

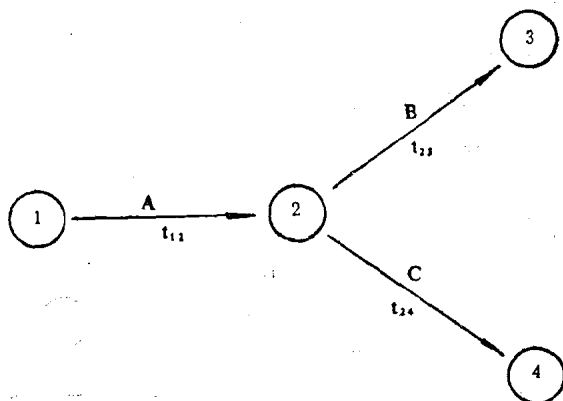


图6 分支点示意图

② 分支点

图中结点 2 为分支点。它表示 A 完工后, B 和 C 可以开工。

所谓结点 i 的最迟开工时刻 T_{Li} 是指该结点 i 前的所有先行作业全部完工的最迟时刻，这个时刻的推迟就会影响该结点的后续作业的按时开工。因而它必须从后续作业的最迟完工时刻推算出来。

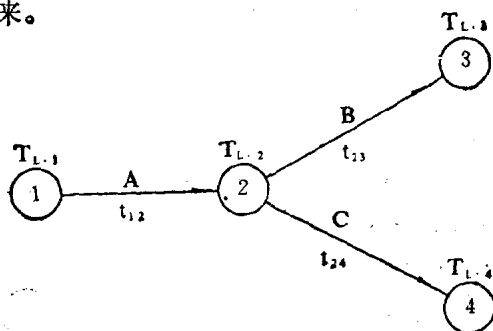


图7 分支点计算图

例如，已知 $T_{L3} = 10$, $T_{L4} = 9$, $t_{23} = 5$, $t_{24} = 6$

$$\begin{aligned} T_{L2} &= \text{Min}(T_{L3} - t_{23}, T_{L4} - t_{24}) \\ &= \text{Min}(10 - 5, 9 - 6) = 3 \end{aligned}$$

分支点 2 的最迟开工时刻等于作业 2—3 和 2—4 最迟开工时刻中最早的一个。一般地有下列公式：

$$T_{Li} = \text{Min}_j (T_{Lj} - t_{ij}) \quad i < j$$

③ 汇合点

图中结点 3 为汇合点。表示 A 和 B 同时完工后，作业 C 才能开工。结点 j 的最早开工时刻 T_{Ej} 是指该结点前的先行作业

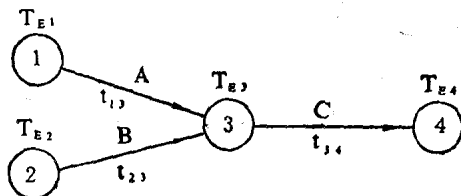


图8 汇合点的示意图

最早完工时刻中最迟的一个。

例如, 已知 $T_{E1} = 3$, $T_{E2} = 5$, $t_{13} = 4$, $t_{23} = 5$

则

$$\begin{aligned} T_{E3} &= \text{Max}(T_{E1} + t_{13}, T_{E2} + t_{23}) \\ &= \text{Max}(3 + 4, 5 + 5) = 10 \end{aligned}$$

一般地有下列公式:

$$T_{Ej} = \text{Max}_i (T_{Ei} + t_{ij}) \quad i < j$$

④ 虚作业的用途

a. 在两结点间有两个和两个以上的作业, 而这些作业长度又不同, 为了避免混淆, 可增设一虚作业 D_u 。

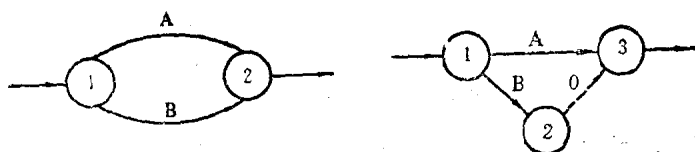


图9 平行作业加入虚作业

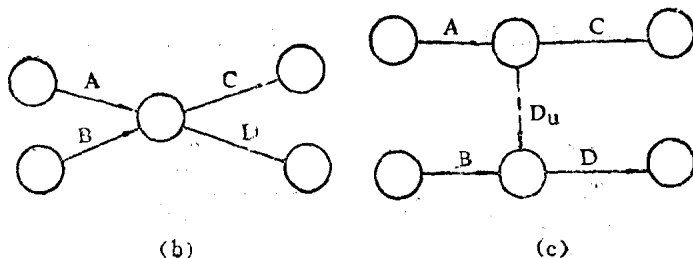
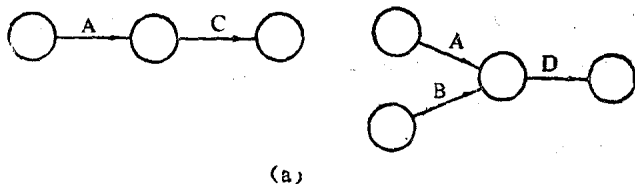


图10 虚作业用法二