

管理决策定量分析

秦永炎 张 瑜 张建平 编著



华东化工学院出版社

29.1
.13
d1

管理决策定量分析

上海科技管理干部学院

秦永炎 张 瑜 张建平 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

华东化工学院出版社

内 容 简 介

本书从实用的角度阐述了管理决策中的定量分析技术, 其主要内容有图与网络、线性规划、动态规划、决策论、存贮论、排队论、预测和计算机软件Manager (管理者) 使用介绍。每章结尾配一定数量习题, 部分习题附有答案。

本书可作为管理干部岗位培训和管理专业大专生的教科书或教学参考书, 也可供工程技术人员阅读、参考。

责任编辑 郑汶玉

责任校对 金慧娟

管理决策定量分析

Guanli Juece Dingliang Fenxi

秦永炎 张 瑜 张建平 编著

华东化工学院出版社出版

(上海市梅陇路 130 号)

上海海运学院印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 10 字数 269 千字
1990 年 10 月第 1 版 1990 年 10 月第 1 次印刷
印数 1-3000 册

ISBN 7-5628-0101-0/Z · 31

定价: 5.50 元

前 言

管理工作的成效不仅与执行管理决策的情况有关，而且首先取决于这种决策的“质量”，其间最关键的还在于管理者要有良好的决策能力，能将现有的人力、物力、财力统筹安排，使之产生尽可能大的经济效益、社会效益。所以在普及现代化的管理科学的时候，人们非常重视对管理者进行运筹决策的科学训练。

最近五六年来，我们在从事管理决策定量分析方面的成人教学中，深感目前这方面可以选作教材的书籍实在太少。为了满足岗位培训及成人教学的需要，经过几年来教学的实践，我们编写了这本适合于成人教学对象的管理决策定量分析或运筹学的教材。

这本教材的主要内容涉及了运筹学中应用面很广的几个部分，包括图与网络分析、线性规划、动态规划、决策论、存储论、排队论、预测等内容。

根据成人教学对象的特点，本书尽量避免过多的数学推导和复杂的数学符号，而是以各种实际问题为背景，导出各种类型的数学模型，并力求通过几何和其他直观的手段，阐明求解的基本过程。使学员经过短期的学习，能在实际工作中逐步地运用这些知识。

目前计算机已成为管理决策不可缺少的工具。本书在各章中均注意到用计算机来求解和进行各种分析，并为此配置了附录。

本书对一些问题采用了不同于一般教科书的独特解法，使学员能比较容易接受。例如，第2章中对运输问题的处理就是一例。

预测往往是决策的前提，书中的预测部分的讲述并不假定读者已有统计知识，而排队论只是供少部分有这方面需求的学员作参考的。

对不同层次的对象，可以选用本书中不同的章节进行教学，如使用第1、2、3、6章并选用第9、10章部分内容就可作为《预

测与决策》约 30 学时的岗位培训教材。本书第 1 到 8 章可供管理类大专生(特别是成人教学)作为《运筹学》课程约 60 学时的教材。学习全书则约需 80 学时。

本书各章执笔人如下:秦永炎(1、2);张瑜(3、4、5、6);张建平(7、9、10);朱恩良(8 和附录)。秦永炎对全书作了最后的修改和定稿。

本书从编写到出版的全过程都得到上海科技管理干部学院领导的关心和支持,我们受到很大的鼓舞。

复旦大学管理学院管理科学系陈时中教授认真地审阅了全书,并提出许多宝贵的改进意见。在此谨表示衷心感谢。

由于作者水平有限,不妥和错误之处在所难免,恳切希望读者提出批评和改进意见。

作 者

于上海科技管理干部学院

1 图与网络分析

1.1 图与网络的基本概念	1
1.2 最小支撑树问题	3
1.3 最短路问题	6
1.4 最小费用最大流问题	9
习题	17

2 图与网络分析的应用

2.1 一些简单的动态规划问题	20
2.2 计划网络技术	25
2.3 更新问题	30
2.4 运输问题	32
2.5 指派问题	38
2.6 中国邮递员问题	39
2.7 小结	41
习题	41

3 线性规划的若干解法及应用

3.1 引言	45
3.2 线性规划的模型结构	46
3.3 图解法	49
3.4 资源的利用——松弛变量和剩余变量	52
3.5 灵敏度分析	54
3.6 基本解	59
3.7 LP问题的最小化	62
3.8 计算机的使用	64
3.9 线性规划的应用	68
3.10 森林砍伐计划——案例研究	85

习题	89
4 线性规划的单纯形法	
4.1 基本可行解和基的概念	96
4.2 单纯形法	98
4.3 解的几种特殊情况	107
4.4 人工变量	113
4.5 线性规划的对偶性	116
4.6 对偶问题在经济上的解释	121
习题	123
5 动态规划	
5.1 最短路线问题	125
5.2 动态规划的基本概念和递推方程	129
5.3 系统可靠性问题	133
5.4 机床生产负荷安排问题	137
5.5 随机型动态规划问题	140
习题	144
6 决策论	
6.1 决策的基本概念	148
6.2 非确定型决策的分析方法	150
6.3 风险型决策的分析方法	155
6.4 决策树分析	159
6.5 情报的价值	162
6.6 贝叶斯(Bayes)决策	164
6.7 效用理论	168
习题	176
7 库存论	
7.1 库存控制概述	181
7.2 确定性模型	185
7.3 随机性模型	198
习题	204

8 排队论

8.1 概述	206
8.2 排队系统的基本结构	207
8.3 单服务员指数服务系统($M/M/1$ 系统)	210
8.4 多服务员指数服务系统($M/M/C$ 系统)	219
8.5 计算机应用举例	223
习题	226

9 经验判断预测技术

9.1 预测概述	228
9.2 调查推算法	232
9.3 专家意见法	234
9.4 主观概率法	242
9.5 类推法	245
习题	246

10 定量模型预测技术

10.1 时间序列概念	247
10.2 移动平均法	251
10.3 指数平滑法	254
10.4 自适应过滤法	261
10.5 分解分析法	265
10.6 一元线性回归分析法	273
10.7 其他回归分析法	282
10.8 皮尔曲线法	285
习题	290

部分习题答案或提示	292
-----------	-----

附录 运筹学软件包《Micro Manager》使用介绍

附1 软件包《Micro Manager》简介	297
附2 计算机系统的硬件配置	298
附3 软件包的启动	298
附4 计算程序的选择	300

附 5 程序的运行	301
附 6 命令一览表	303
附表 1 t 统计量表	306
参考文献	306

1 图与网络分析

1.1 图与网络的基本概念

无论自然科学还是社会科学，都要研究各种事物之间的关系。在经济学、管理学中经常要讨论人流、财流、物流、信息流。关系和流用图论的方法处理比较直观简便，而且运筹学中有很多问题都可以采用图论方法来解决。通过本章和下一章的学习可以看到图论的应用相当广泛。

〔例1-1〕 古代欧洲著名的哥尼斯堡七桥问题

在东普鲁士哥尼斯堡(今苏联加里宁格勒)城市被一条河穿过。河内有大小两个岛。岛与岛、岛与两岸共有七桥相沟通(图1-1)。游览者企图走遍七桥而不愿在任一桥上重复行走，可是这愿望始终没有人能实现，故成为当时世界著名的疑难问题。

1736年著名数学家欧拉(E. Euler)将这问题用图示意为：

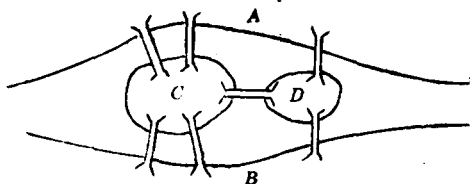


图1-1 哥尼斯堡七桥

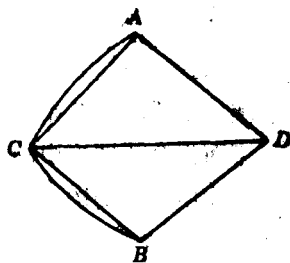


图1-2 七桥问题示意

七桥问题于是转化成是否能将图1-2一笔画成的问题。

由点和线构成的图要一笔画成当然必须是所有的点都可以通连。此外，不管怎样复杂的图，只要是能够一笔画成的，总有画笔的起点和终点，以及若干个中间点。作为中间点，画线画到这一点后必须又有画线从这点画出。一笔画容许

多次画经同一点，但不许重复任何一段画线。因此，与中间点连接的线段在作画过程中有进点线、有出点线，可以多次进出，但有进必有出，又不许重复，所以与中间点连接的线段数必然是偶数条。起点比中间点少一条进线，终点比中间点少一条出线，所以在起点和终点不是同一点时，与它们连接的线段数必然分别都是奇数条。当起点与终点合一时，与这一点连接的线段数应是偶数条。根据以上理由，能一笔画成的各点可以连通的图只可能有两种：

(1) 图中只有两个点与奇数条线段连接(简称为奇点)，其他点都与偶数条线段连接(简称为偶点)。

(2) 图中所有点都是偶点。

从图1-2可明显看出，A、B、C、D四点都是奇点，所以这图肯定不能一笔画成。七桥难题用图示意后就这样简单而又合乎逻辑地被解决了。

在后来发展成的图论中，上述问题用定理形式表达为：

定理 只有两个奇点的连通图是欧拉链(即起点终点不同，可以一笔画成的图)。没有奇点的连通图是欧拉圈(即起点与终点合一，可以一笔画成的图)。其逆定理也成立。

在管理工作中，有许多需要运筹决策的问题可以用图论方法处理。本章将介绍几个这样的问题，并着重阐述解题的思路和方法步骤，即重点在几个模型的一般解法上。

下面先介绍图论中的一些基本概念和名词。

图论中研究的图与人们通常理解的图(如数学中的几何图形、函数图形等)是完全不同的。图论中研究的图，指的是由若干个点和连接这些点中某些“点对”的连线所组成。所谓点、可以是一个确定的地点，也可以代表一种事物、一种状态。两点间的连线、只代表两点间的某种联系。它可以表示两地间有直接交通线，也可以表示一种状态可以向另一种状态转移。如果两点间的联系不需要考虑方向性，图论中称这种连线为边。如果要考虑方向，就称为弧，并在弧上用箭头表明其方向。用点和边构成的图

称为无向图。用点和弧构成的图称作有向图。

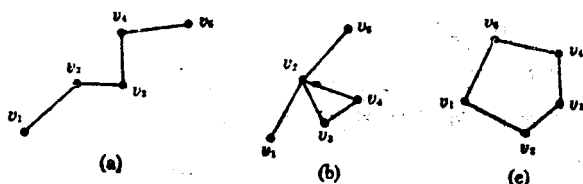


图 1-3 各种链

由依次序的若干条边由点连接成的图称作链。点由字母或带下标的字母如 $v_1, v_2, v_3, \dots$ 表示。 $v_i v_j$ 则表示关联两点 v_i 与 v_j 的边。 $\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_{n-1}, v_n\}$ 表示由边 $v_1 v_2, v_2 v_3, \dots, v_{n-1} v_n$ 连成的链。

没有重复点的链称为初等链。起点与终点合一的链称为圈。除起点与终点合一，没有其他重复点的链称为初等圈。

图 1-3 中 (a) $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ 、(b) $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ 、(c) $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ 都是链。(a) 是初等链，(b) 不是初等链，(c) 是圈，并且是初等圈。

所谓连通图，是指图中任何两点之间都有链可通，没有圈的连通图称作树。图 1-4 是一棵树。

若将连通图中的边换成弧，就称这种有向连通图为网络。

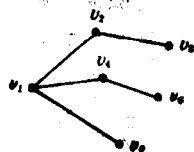


图 1-4 树

如果问题不仅考虑联系，还要考虑联系涉及的数量关系，即要赋予每一边(或弧)一个数量，可看作是对边(或弧)赋权。

1.2 最小支撑树问题

在进行耗用某种资源的一项工程时，会产生怎样才能使完成工程所需的建设费用最少的问题。例如，在若干个居民点之间接通煤气管道；在工厂的几个车间之间通电话线；在一些城市间

建立输电网，一些机构要联网沟通情报信息等。这里，居民点、车间、城市、机构是点，两点间的各种联系是边。任何一个连通图都可以将各点直接或间接地联系起来。任何两点间都有直接联系当然是最方便的，但这样费用比较大。从节约基本建设费用而论，应该研究怎样的连通图建设费用最省？

[例1-2] 在六个居民点之间接通输电线供居民用电。架设各段输电线的各段预计费用（单位万元）作为权赋予各条边，如图1-5所示：问架设费用至少需要多少？如何架设？

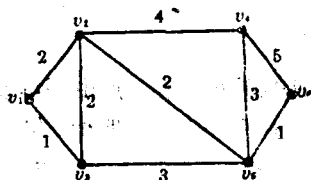


图1-5 架输电线费用

显然，图中如果有圈存在，对只求连通来说，可排除圈中一条边。从节省费用着想，可以见

圈就破权值最大的一条边，直到成为无圈的连通图——一棵树为止。这棵能沟通各点、总权数最小的树称作最小支撑树。这种求最小支撑树的方法称作破圈法。

用破圈法解例1-2，

从图1-5的左方破起，过程如图1-6所示：

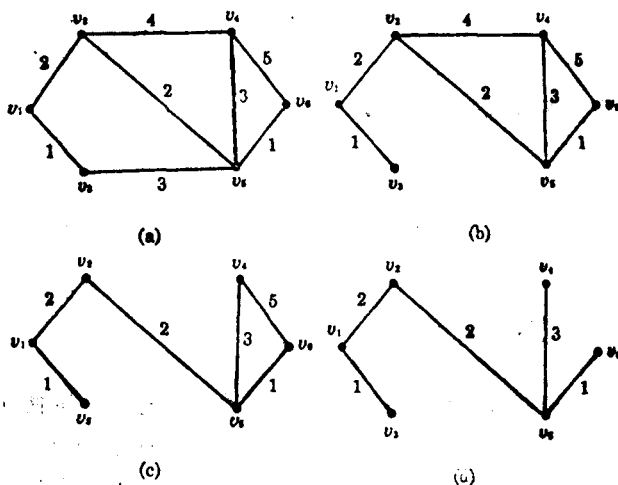


图1-6 破圈过程

另一种求最小支撑树的方法是重新作图。按原图从权值小的边画起，逐步增添边，遇到要形成圈的边跳过不画，直到沟通全部点。这种求最小支撑树的方法称作避圈法。在只知道各点之间联系的权值而并没有原连通图时，用避圈法比较方便。

用避圈法解例1-2时，过程如图1-7所示：

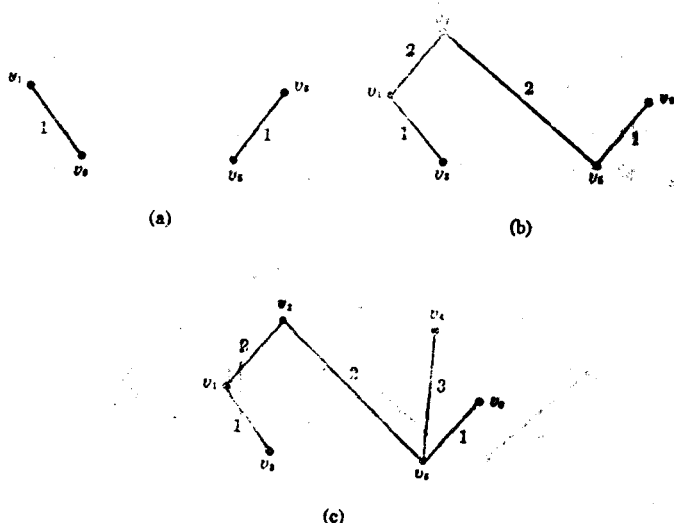


图 1-7 避圈法过程

所以架设输电线的最省费用是9万元。

最小支撑树不一定是唯一的，如本例的答案也可以用边 v_2v_3 取代 v_1v_2 。因为赋予这两条边的权相同，所以用破圈法时可以不破 v_2v_3 而破 v_1v_2 ，用避圈法时可以不避 v_2v_3 而避 v_1v_2 。

应该注意，虽然上述一些问题中的点确实代表着地点，但它们之间的位置却并不需要按实际距离比例画出。两点之间的联系虽然用直线，边(或弧)上的权却并不一定代表距离这类几何关系。如例1-2中的圈 $\{v_4v_5v_6v_4\}$ 在图上画的是三角形，可是 v_4v_6 的权却大于 v_4v_5 与 v_5v_6 的权的总和。

1.3 最短路问题

在有向连通图——网络中，链由依次相联的弧形成。其中有的弧方向与链的画向相同，称作正向弧，而称方向与链的画向相反的弧为逆向弧。网络中全部由正向弧连接成的链称作路。路上各段弧的权值总和称作路长。

在网络中，两点之间的最短路是指连接这两点的所有路中，路长最小的路。

【例1-3】设有交通运输网络如图1-8。各弧上权值是指该段交通运输线上的单位货物运价(元/吨)。求从 v_1 到 v_6 的最低单位货物运价。并求最低运费的路线。

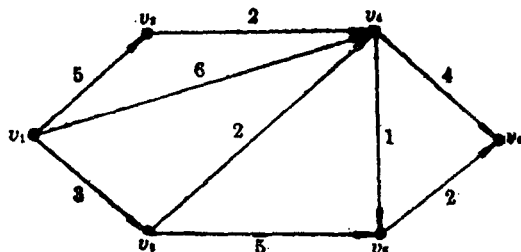


图1-8 运输网络

解 实际上这问题是求从 v_1 到 v_6 的最短路。当网络中所有弧上全都赋予正权值时，都可采用本例的方法求解。

第一步：在起点 v_1 上标上0，加圈。并考虑从它发出的弧。在这些弧的终端记上各弧段的权值。

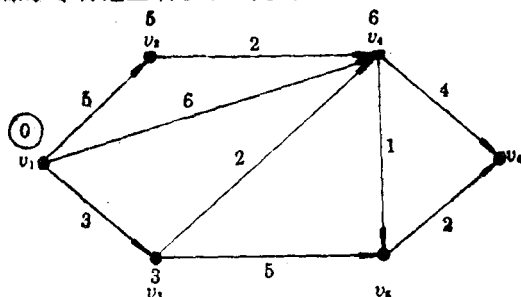


图1-9 最短路求解第一步

第二步：选点上未加圈数值最小的点，这里以 v_3 上的3为最小，加圈。这意味着已确定 v_1 到 v_3 的最短路路长为3。以 v_3 为新起点考虑从它发出的弧。在这些弧的终端记上 v_3 上的3与各弧段的权值之和。如果终端上已有数值大于现值，则改用现值，否则保留原有值。

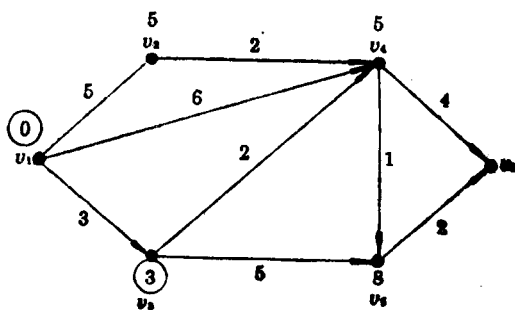


图 1-10 最短路求解第二步

第三步：现在以 v_2 、 v_4 上的5为未加圈数值中的最小值，可确定 v_1 到这两点的最短路路长都是5，加圈。并从它们继续向前搜索。有：

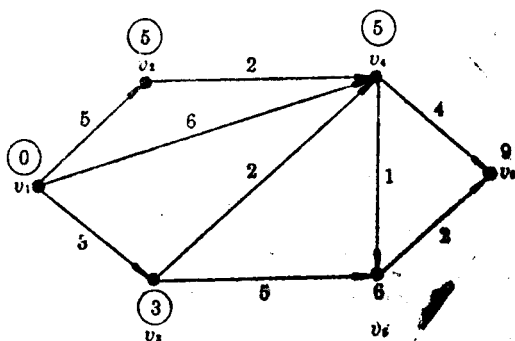


图 1-11 最短路求解第三步

继续向前搜索，有：

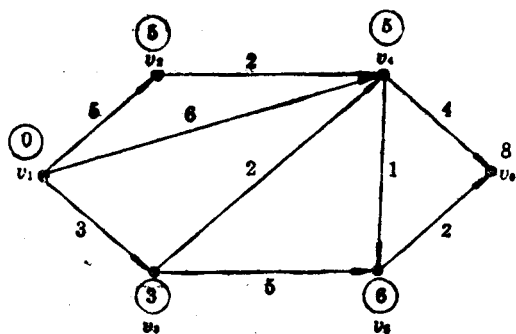


图 1-12 最短路求解第四步

最终，在 v_6 上数值 8 上加圈，这表明 v_1 到 v_6 的最短路路长为 8 吨/元。为寻求最短路，可从 v_6 逆向搜索：8 是 v_5 上的 6 加 2 得来，6 是 v_4 上的 5 加 1 得来，5 是 v_3 上的 3 加 2 得来，3 是 v_1 上的 0 加 3 得来。这样就求得最短路为：

$$\{v_1, v_3, v_4, v_5, v_6\}$$

最短路用加粗黑线表示：

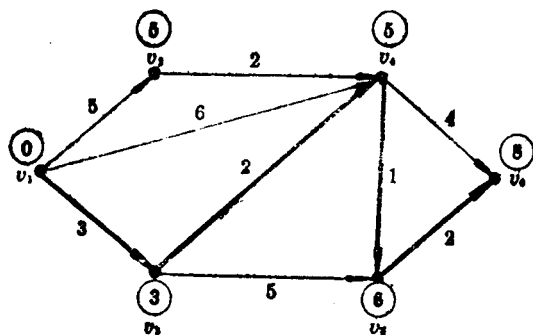


图 1-13 最短路最终解

这种求解最短路的方法称作标号法，用的是步步为营、向前搜索的方法。

当网络中任何两点 v_i, v_j 从 v_i 到 v_j 至多只有一条弧时，网络联系及权值也可以用表格形式写出。如图 1-8 运输网络可以用下面的表格形式表示：