

运筹学在邮电生产中的运用

王 云 枫 主 编

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书介绍运筹学的基本概念及在邮电部门运用的实例，主要分为两个部分。第一部分介绍运筹学各个主要分支的基本原理，其中有线性规划、排队论、网路理论、更新论、储存论以及质量控制论等；第二部分介绍运筹学在邮电生产部门的运用，包括在邮政、长途电话、电报、市内电话方面的运用实例。使读者不仅了解运筹学的基本内容，而且掌握一些在实际生产工作中运用的方法。本书的读者对象是企业管理人员，主要是邮电企业的生产管理人员和基层领导干部。

运筹学在邮电生产中的运用

主編者： 王 云 楓

出版者： 人 民 邮 电 出 版 社

北京东四六条13号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八号)

印刷者： 北 京 市 印 刷 一 厂

发行者： 新 华 书 店

开本 787×1092 1/32

1963 年 3 月北京第一版

印张 7 6/32 页数 115

1963 年 3 月北京第一次印刷

印刷字数 167,000 字

印数 1—2,000 册

統一書号：15045•总1329—綜90

定价：(10) 0.90 元

編 者 的 話

运筹学，用通俗的話來說，就是“精打細算巧安排”，在調查研究充分掌握情况的基础上，利用数学和經濟学的原理和方法，对生产中的某些組織和計劃問題分析研究，找出最經濟、最有效的方案来。这門科学，对于我們邮电企业生产工作的組織和管理，有着广泛运用的前途，为了向广大邮电工作者介紹这种科学的基本概念和实际运用方法，我們出版这本通俗小册子。

由于它是利用数学和經濟学原理、方法来最大限度地發揮人力、物力的一种學問，因此不可避免地要介紹一些数学公式和数学方法，一般來說，我們尽量用淺显通俗的說明和普通的数学方法来作介紹，使具有中等文化程度的讀者可以閱讀理解，但是在介紹运筹学各个分支的基本原理时，为了保持这些基本概念の完整和明确，也保留了少量高等数学的概念和公式。可能有些讀者在閱讀这些公式和理論时感到困难或不习惯。我們对于这些理論和公式用小号字排印，使有数学基础的讀者能閱讀參考，而对于感到有困难的讀者可以略去不看，只看它的运用方法。至于一些实用公式和計算，則是实际运用中不可缺少的工具和方法，即使还有些不习惯，只要仔細閱讀，多看多想，是一定能够掌握的。

在本书的书末，附加了本书中所列举的在邮电生产中运用的一些实用方法和計算实例的索引，便于讀者在运用时查閱。

編 者 1962 年 11 月

113

序 言

运筹学是二十世紀四十年代形成的一門新兴学科。

作为一个新兴的学科，运筹学还没有一个确切的定义，其研究对象也还没有一个明确的范围。大体說来，运筹学可以說是研究人类生产、經濟，甚至作战活动中有关人力、財力、物力的指揮調度、运用筹划問題的学科。运用运筹学提供的各种科学方法，首先是数学方法，通过对上述各种問題中数量关系的分析研究，人們可以求得解決問題的最合理最有效的方案。

由于运筹学研究的問題，类型广泛，所以它的内容非常丰富，包括的分支也較多。

运筹学包括的分支有：规划論（其中有綫性规划、非綫性规划、动态规划等），排队論，博奕論，存儲論，更新論，质量控制等。

本书的第一部分对各分支的基本内容作了初步的介紹。

日前在世界各国，运筹学已广泛地应用于工农业、交通运输邮电业、公用服务事业以及国防軍事部門，解决各种技术业务和經濟問題。

在我国，运筹学的研究工作是从1956年开始的。1958年，在工农业全面大跃进的形势下，运筹学的推广应用也有了很大的发展。从1960年起，这門科学，亦在我国不少邮电企业的各个专业中，得到了初步推广和运用。例如，在邮政方面，用来調整和組織城乡邮路网；划分投递道段；确定投递路綫；合理組織邮政营业；安排包裹分拣的生产过程；布置生产場地以及調运邮政空袋等。在市内電話方面，运筹学用来科学地組織裝拆工作，組織話机查修机綫和网路設計。在长途電話方面，用来

搭配长途接續台的电路、安排班次；組織分发台的話单分发、传递以及记录台和查詢台的工作。在电报通信方面，用来組織来报投递、搭配电路、公电报底存放以及报房生产場地設計等。在农村电话方面用来組織电话网的調整规划。

本书的第二部分就是运筹学在邮电部門的初步运用的介紹。从这部分介紹的資料中，讀者不难看出，运筹学在邮电部門的推广時間虽然不长，但在爭取以較少的劳动消耗、提高通信质量取得較大的經濟效果方面，已經起了成績良好的作用。因此，不难設想，今后邮电部門在貫徹党所提出的鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义建設的总路綫和“調整、巩固、充实、提高”的方針中，运筹学将是一个非常有用的工具。

为了使这一有用的工具能为广大的邮电职工所掌握，我們根据北京邮电学院工程經濟系經濟与組織专业原用的教材和該专业师生在推广运筹学时總結的一些資料，編写了这本通俗小册子，供給同志們参考。

虽然，这是一本通俗的小册子，但是在里边也引用了不少的数学公式。而且，在第一部分里还有一些高等数学的方程式，在第二部分里，也有一些普通的代数方程式。也許，这些数学公式可能会使本书的部分讀者感到比較深或是不习惯，甚至感到讀不下去，影响对小册子进行研究。为了避免这种情况，我們认为在这里有必要对这个問題进行一些解释。

这本小册子虽然是通俗的，但是它的目的不是仅限于談談运筹学的概念，更主要的是要介紹在邮电生产中运用运筹学的具体方法。如前所述，运筹学这門科学，主要是利用数学工具来分析研究問題的，因此，在介紹具体方法时，不可能沒有計算，而要讲計算，就不可能沒有数学公式。

也許有的同志主要是不习惯数学公式和公式中的一些外国

字母。是否可以用文字說明或不用那些 a, b, c, d, X, Y, Z 等字母符号呢?

关于这个問題，也在这里說明一下。用数字，符号組成公式，表达事物之間的数量关系，是人类创造的一种最簡明、最精练的表达方式，如果完全不用数学公式或不用字母来組成数学公式，有时不但囉嗦煩复、而且有时不容易說清問題。何况字母也不过是一种符号，公式也不过是一种表达方式，初接触时可能感到不习惯，也許有一些困难，但是只要仔細多看、多想、多用，也是不难熟悉和掌握的。而且习惯以后，还会感到它的方便和簡明精确。

目前，对于我們邮电企业中从事組織管理的工作同志來說，熟悉和掌握这些用字母数字組成的数学公式，具有特別重要的意义。因为随着我国社会主义經濟建設的发展，企业管理工作必須提高到一个更科学的水平上。为此，企业的組織管理工作必須要善于运用各种科学的測算方法和数学公式，对人力、财力、物力的組織进行精确地計算。所以数学公式将是管理工作不可缺少的一项重要工具。

因此，我們殷切地希望那些不习惯数学公式的讀者們，通过对这本小册子的研究，能够熟悉和掌握利用数学方法分析和解决企业組織管理的具体問題，使企业的管理工作更加提高。

此外要說明的是：本书所介紹的只是一些粗略的基本概念和一些在个别部門运用的举例，因此編者更加殷切地希望，本书能够起到拋磚引玉的作用，希望广大讀者同志們在閱讀本书后，更进一步地發揮創造精神，使我們企业的組織管理工作更加科学合理。

本书的第一部分，由王云楓、张公緒两同志执笔，第二部分主要由亢耀先、毛厚高、章守禹等同志分別执笔。最后由王

云楓同志負責編审定稿。

由于理論水平有限，經驗不足，時間短促，书中难免有很多缺点，甚至可能有錯誤，希望同志們多多批評指正。

目 录

序 言

第一章 线性规划	1
§ 1.1 前言	1
§ 1.2 线性规划的图上作业法	9
§ 1.3 线性规划的表上作业法	18
§ 1.4 线性规划的解乘法	34
§ 1.5 线性规划的单纯形法	39
§ 1.6 结束语	45
第二章 排队论	46
§ 2.1 前言——排队系统	46
§ 2.2 排队论研究问题的基本思路和方法	49
§ 2.3 电话通信系统中常见的几种排队模型	50
§ 2.4 计算举例	55
§ 2.5 结束语——排队论与邮电通信	61
第三章 网路理论	62
§ 3.1 前言	62
§ 3.2 网路的极大流量问题	62
§ 3.3 可靠性理论与邮电通信网	67
§ 3.4 网路的最短通讯问题	75
第四章 博弈论	78
§ 4.1 前言——什么是博弈论	78
§ 4.2 博弈问题的分类	79
§ 4.3 博弈论的基本方法——最佳策略与博弈的值	79
§ 4.4 结束语——博弈论的发展及应用	84
第五章 更新理论	85
§ 5.1 前言	85

§ 5.2 更新問題的几种模型	86
§ 5.3 更新問題举例——突然损坏的更新模型	87
第六章 存儲理論	89
§ 6.1 前言	89
§ 6.2 存儲方法	90
§ 6.3 存儲問題的模型及解法举例	90
§ 6.4 解决存儲問題的模拟方法	93
§ 6.5 結束語	97
第七章 质量控制	97
§ 7.1 前言	97
§ 7.2 产品质量	98
§ 7.3 产品质量波动的原因	99
§ 7.4 产品质量与正态分布	100
§ 7.5 质量控制图的制定	101
第八章 运筹学在邮政通信中的应用实例	104
§ 8.1 合理組織市内邮运路綫法	104
§ 8.2 邮件发运綫上作业法	112
§ 8.3 选择最短的投递路綫——奇偶点图上作业法	121
§ 8.4 划分投递道段	126
§ 8.5 調整乡村邮路	131
第九章 运筹学在长途电话通信中的应用实例	139
§ 9.1 迟緩接續制接續台座席电路的搭配	140
§ 9.2 交換量的确定和忙閑时段的划分	148
§ 9.3 合理組織劳动力, 提高劳动生产率	152
§ 9.4 分发台、查詢台、分送話单工作的組織	156
§ 9.5 提高长途記錄台忙时記錄能力	166
第十章 运筹学在电报通信中的应用实例	174
§ 10.1 調整报房的生产組織与劳动組織	174
§ 10.2 压縮电报在局內的傳遞時間	192

§ 10.3	公电用报底最佳存放量的确定	197
§ 10.4	来报投遞的合理分段	204
第十一章	运筹学在市內电话通信中的应用实例	212
§ 11.1	定期划区分片派工法	212
§ 11.2	話机障碍合理派修法	216
本书中所举在邮电生产方面运用的实例及实用計算方法索		
引表		219

第一章 綫性规划

§ 1.1 前 言

綫性规划是运筹学的一个重要分支。它的特点是简单易行，因而在我国国民經济各部門中得到了广泛的应用。

綫性规划是运筹学规划論的内容之一。所謂规划論，用簡單的話說，就是寻求組織生产最佳（或最合理）方案的一种数学方法。

人們的生产活动总是在一定的条件下进行的，并且具有一定的目标。这些条件和目标都可以用数学語言（方程式）表达。用数学語言表达的条件和目标在规划論中称为約束条件与目标函数。現在举几个简单例子加以說明。

例 1：設有兩郵電器材厂甲₁和甲₂生产銅綫，兩郵電企业乙₁和乙₂需要銅綫。

如甲₁厂生产銅綫 8 吨，乙₁企业需要 7 吨；

甲₂厂生产銅綫 5 吨，乙₂企业需要 6 吨。

产銷恰好平衡，每吨单位運費如表 1·1-1，問如何供应才能使总運費为最少？

运 价 表 表 1·1-1

单位运价 器材厂	企业	
	乙 ₁	乙 ₂
甲 ₁	200	300
甲 ₂	400	700

在解决这个問題以前，我們必須把問題的目标及条件，用数学語言表达出来。用运筹学的術語來說，就是要列出問題的

数学模型。首先将问题的因素加以分析，分成可控制的因素和不可控制的因素两大类。所谓不可控制因素，就是那些客观存在的不能随运筹者主观意愿变更的因素，本例中各器材厂的铜线产量，各邮电企业的需要量、产销平衡关系、每吨铜线单位运价等就是不可控制的因素。所谓可控制因素，就是可由运筹者调整和确定的因素，在本例中，由各厂至各企业的运量就是。显然，问题的主要约束条件是产销平衡，目标则是总运费最少。在数学模型中，不可控制因素一般用常数表明，可控制因素则用变数表明。在本例中，各器材厂向各邮电企业的运量

平 衡 表 表 1·1-2

运 量 器材厂 \ 企业	乙 ₁	乙 ₂	产 量
甲 ₁	x_{11}	x_{12}	8
甲 ₂	x_{21}	x_{22}	5
需 要 量	7	6	$7+6=8+5$

(如表1·1-2) 分别假定如下:

x_{11} 表示由甲₁厂运到乙₁企业的运量,

x_{12} 表示由甲₁厂运到乙₂企业的运量,

x_{21} 表示由甲₂厂运到乙₁企业的运量,

x_{22} 表示由甲₂厂运到乙₂企业的运量。

问题的约束条件如下:

$$\begin{array}{ll}
 x_{11} + x_{21} = 7 & (1.1-1) \\
 x_{12} + x_{22} = 6 & (1.1-2) \\
 x_{11} + x_{12} = 8 & (1.1-3) \\
 x_{21} + x_{22} = 5 & (1.1-4)
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{说明各厂送到各企业的运量总和} \\ \text{须等于各企业的需要量。} \\ \text{说明各企业的需要量须等于各厂} \\ \text{的产量总和。} \end{array}$$

$x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22} \geq 0$ (1.1-5), 說明运量总是正数 (沒有負数)。

問題的目标函数是:

求总運費 $S = 200 x_{11} + 300 x_{12} + 400 x_{21} + 700 x_{22}$ 为最小 (1.1-6)。

到此为止, 我們已經把問題用数学語言表达出来了, 或者說建立了問題的数学模型。上面这个例子就是一个綫性规划的問題。

为什么叫做綫性规划?

大家都知道, 一个二元一次代数方程式, 如果在平面上画出它的图形, 是一条直綫。許多实际問題可以利用一組一次代数方程式 (如例中的目标函数及約束条件) 来表明, 通过解这一組綫性方程可以得到解答 (如例中的調拨方案問題)。因此这种解决实际問題的数学方法就称作“綫性规划”。其实, 所謂“綫性”, 也就是“成比例”的意思。例如在上述目标函数 (1.1-6) 式中, 总運費和运量的关系是成正比的。

下面再介紹一些綫性规划的例子:

例 2: 取消例 1 中“产銷平衡”这一限制条件。改設甲₁ 厂产銅綫 15 吨, 甲₂ 厂产 20 吨, 其余条件均不改变, 則上例約束条件中的 (1.1-3) (1.1-4) 式須改成

$$x_{11} + x_{12} < 15$$

$$x_{21} + x_{22} < 20$$

这里, “=”号改成了“<”。例 2 的数学模型如下:

約束条件:

$$x_{11} + x_{21} = 7$$

$$x_{12} + x_{22} = 6$$

$$x_{11} + x_{12} < 15$$

$$x_{21} + x_{22} < 20$$

$$x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22} \geq 0$$

目标函数:

求 $S = 200x_{11} + 300x_{12} + 400x_{21} + 700x_{22}$ 为最小。

例 3: 空邮袋调拨问题。设某号邮袋, 多袋局为甲₁、甲₂、甲₃局, 缺袋局为乙₁、乙₂、乙₃、乙₄。各局多袋条数与缺袋条数见表(1.1-3)。单位运费见表(1.1-4)。应如何调拨邮袋, 使总运费最小。

平 衡 表 表 1.1-3
(单位: 百条)

多袋局 \ 缺袋局	乙 ₁	乙 ₂	乙 ₃	乙 ₄	多袋条数
甲 ₁	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	7
甲 ₂	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	4
甲 ₃	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{34}	9
缺袋条数	3	6	5	6	$3+6+5+6=7+4+9$

运 价 表 表 1.1-4

单位运价 \ 缺袋局	乙 ₁	乙 ₂	乙 ₃	乙 ₄
多袋局				
甲 ₁	3	11	3	10
甲 ₂	1	9	2	8
甲 ₃	7	4	10	5

这里, 可控制因素是调拨量 $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{33}, x_{34}$ 。

x_{11} 为甲₁局调拨至乙₁局的邮袋条数。

x_{12} 为甲₁局调拨至乙₂局的邮袋条数,

x_{34} 为甲₃局调拨至乙₄局的邮袋条数。

问题的数学模型如下:

目标函数:

$$\begin{aligned} \text{求总运费 } S = & 3x_{11} + 11x_{12} + 3x_{13} + 10x_{14} + x_{21} \\ & + 9x_{22} + 2x_{23} + 8x_{24} + 7x_{31} \\ & + 4x_{32} + 10x_{33} + 5x_{34} \text{ 为最小。} \end{aligned}$$

约束条件:

$$x_{11}, x_{12}, \dots, x_{33}, x_{34} \geq 0$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 7$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 4$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 9$$

$$x_{11} + x_{23} + x_{31} = 3$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 6$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 5$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} = 6$$

例 4: 某邮电器材厂生产甲、乙两种产品。已知制造产品甲一个要用铜 9 公斤、电力 4 瓩、3 人日；制造产品乙一个要用铜 4 公斤、电力 5 瓩、10 人日。产品甲一个的价值是 700 元，产品乙一个的价值是 1,200 元。假定该器材厂目前只可使用铜 360 公斤，电力 200 瓩，劳动量 300 人日。应该生产甲、乙产品各多少总产值为最大？

可控制因素为产品的数量。

设该厂生产产品甲、乙各为 x_1, x_2 个。

则约束条件是:

$$9x_1 + 4x_2 \leq 360$$

$$4x_1 + 5x_2 \leq 200$$

$$3x_1 + 10x_2 \leq 300$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

目标函数是:

求总产值 $S = 700x_1 + 1200x_2$ 为最大。

例 5: 从三个火力发电站甲₁、甲₂、甲₃ 向两个城市乙₁、

发电站最大负荷与煤耗

表 1·1-5

发电站	最大负荷	煤消耗率
甲 ₁	250	0.72
甲 ₂	165	0.64
甲 ₃	65	0.49
单位	瓩	公斤/瓩小时

乙₂ 送电。各发电站最大负荷及煤消耗率见表(1·1-5)。城市乙₁、乙₂ 的需电量见表(1·1-6)。各发电站至各用电城市间的电力传输损耗率如表(1·1-7)。

各城市需电量 表 1·1-6

需用地	需用量
城市 乙 ₁	170
城市 乙 ₂	210
单位	1000瓩

电力传输损耗率 表 1·1-7

发电站 \ 需用地	乙 ₁	乙 ₂
甲 ₁	0.15	0.10
甲 ₂	0.19	0.18
甲 ₃	0.12	0.11

电力传输损耗率 = $\frac{\text{损耗量}}{\text{送电量}}$, (例如从发电站甲₂往城市乙₂送电, 有13%的损耗)。

如果各发电站的发电量不可超过规定的最大负荷, 且各发电站输送的电力除去传输损耗后, 要能满足城市乙₁、乙₂ 的需要, 问三发电站应各发电多少使三发电站的耗煤总和为最少?

設如发电站至各需用地的送电量如表(1·1-8)所示。显然:

$x_{11}, x_{21}, x_{31},$

$x_{12}, x_{22}, x_{32} \geq 0$ 从

題設, 各发电站的发电量不得超过其最大負荷。且发电站的送电量除去傳輸损耗后, 要能滿

足城市乙₁及乙₂的需要。因而約束条件为:

送电量表 表 1·1-8

发电站 \ 需用地	乙 ₁	乙 ₂
甲 ₁	x_{11}	x_{12}
甲 ₂	x_{21}	x_{22}
甲 ₃	x_{31}	x_{32}

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} \leq 250 \\ x_{21} + x_{22} \leq 165 \\ x_{31} + x_{32} \leq 65 \\ (1-0.15)x_{11} + (1-0.19)x_{21} + (1-0.12)x_{31} = 170 \\ (1-0.10)x_{12} + (1-0.13)x_{22} + (1-0.11)x_{32} = 210 \end{cases}$$

目标函数为:

$0.72(x_{11} + x_{12}) + 0.64(x_{21} + x_{22}) + 0.49(x_{31} + x_{32})$ 为最小。

例 6: 設有三部銑床、三部六角車床和一部自动車床, 均可生产 I、II 两种零件。机床的生产率如表(1·1-9)。又設一个成套的产品由零件 I、II 各一組成。問应如何分配机床的負荷,

机床的生产率 表 1·1-9

机床組	編 号	机床数 (部)	各个机床的生产率 (件/工作日)		总的生产率 (件/工作日)	
			零件 I	零件 II	零件 I	零件 II
銑 床	1	3	10	20	30	60
六角車床	2	3	20	30	60	90
自动車床	3	1	30	80	30	80