



北京市高等教育精品教材立项项目



21世纪教育技术学精品教材
· 教育装备系列

→ → → → →
21SHIJI JIAOYU JISHUXUE
JINGPIN JIAOCAI

教育装备 运筹规划

李 慧 编著

JIAOYU ZHUANGBEI
YUNCHOU GUIHUA



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



北京市高等教育精品教材立项项目



21世纪教育技术学精品教材
· 教育装备系列

教育装备运筹规划

李 慧 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

教育装备运筹规划/李慧编著. —北京:北京大学出版社,2010.3
(21世纪教育技术学精品教材·教育装备系列)
ISBN 978-7-301-16956-8

I. 教… II. 李… III. 教学设备—设备管理—高等学校—教材 IV. G484

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 031203 号

书 名: 教育装备运筹规划

著作责任者: 李 慧 编著

丛 书 主 持: 李淑方

责 任 编 辑: 李淑方

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-16956-8/G · 2822

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.jycb.org> <http://www.pup.cn>

电 子 信 箱: zyl@pup.pku.edu.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62767346 出版部 62754962

印 刷 者: 三河市北燕印装有限公司

730 毫米×980 毫米 16 开本 12.25 印张 250 千字

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 26.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: (010)62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

教育装备的研制、订购、维护、保障直至装备报废的全部管理活动,是教育系统管理工作的重要组成部分,是保证教育教学活动顺利开展的基础.本书为此提供了相应的优化理论和定量分析方法.

教育装备运筹规划的研究对象是教育装备领域的决策优化问题,包括:装备的研制、评价、订购、维护、保障直至装备报废的全部管理活动中的优化问题.其最终目的在于寻求合理有效的教育装备资源运用方案或使方案尽可能地得到优化.与其他学科相比,它从决策优化的角度研究教育活动,不仅定性地而且定量地提供可操作的决策理论和方法.从总体上讲,教育装备运筹规划的研究内容主要包括以下两方面:一是对教育装备管理和保障活动中的决策优化理论、方法等进行研究;二是对教育装备领域的具体问题给出应用研究结果或者提出决策优化的建议.这些不仅有利于教育装备的决策者或管理者合理有效地利用、管理、保障装备资源,而且为他们提供了决策支持、数据支持、模型支持和行动方案.

本书基于运筹学的理论体系,兼顾教育类专业的特点,以教育领域的实际问题为背景,选编了线性规划、整数规划、动态规划、图与网络分析、决策论、排队论等运筹学的基本内容,介绍了相应的概念、原理和方法,着重阐述它们在教育领域中的实际应用及案例分析,力求做到深入浅出、通俗易懂,适合于教学和自学.本书可作为高等院校教育类专业本科生或研究生的教材或教学参考书,亦可供教育及其相关领域的教师、管理人员及工程技术人员阅读或参考.

本书共分为6章.第1章介绍运筹学及教育装备运筹规划;第2章介绍采用线性规划研究教育装备运输问题;第3章介绍采用整数规划研究教育装备指派问题;第4章介绍采用动态规划研究教育装备资源分配问题;第5章介绍采用网络理论研究教育装备保障;第6章介绍采用对策论、排队论研究教育装备的计划管理.这些内容涉及装备科研立项、装备评价、装备订购、装备日常管理、装备保障等一系列活动.采用优化理论与定量分析方法研究教育装备资源的合理有效运用,为决策者提供辅助决策,是教育装备运筹工作者的主要工作.由于教育装备资源的有限性,决策变量的离散性,最优方案的不稳定性,教育装备运筹工作者必须探索求解这一领域优化问题的新思路.

本书在编写过程中力求突出以下特色：

- 避免深奥的数学理论及公式推导,采用简洁的语言阐述运筹学的基本思想和理论,降低读者的阅读难度.
- 秉承“理论与实践相结合”的理念,着重阐述运筹学在教育装备领域中的实际应用案例,力求做到深入浅出、通俗易懂.
- 每一章围绕教育装备领域的一个专题展开,在介绍所需理论知识的基础上,详细介绍解决实际问题的思路、方法及案例分析,思路清晰,有的放矢,既适合于教学也适合于自学.
- 内容篇幅适中、难易结合,有利于根据教学的实际需要安排学时,能够满足不同院校不同层次人才培养的实际.

本书的编著得到了我的家人、同事和有关领导的支持,在这里表示真诚的感谢.参与本书编写的人员有:胡又农、李缜、王宗锋、徐力、姚玉琴、张鸽、陈蜜.本书是基于编著者和同事们多年的教案整理而成的,但由于编著者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在不妥之处,敬请批评指正,以便今后改正.

编著者

2009年12月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 运筹学的由来及发展	1
1.1.1 运筹学的起源	1
1.1.2 运筹学的发展趋势	3
1.2 运筹学的内容及特色	4
1.2.1 运筹学的研究内容	4
1.2.2 运筹学的学科特色	5
1.3 运筹学模型	5
1.4 教育装备运筹规划的研究内容	7
第2章 教育装备运输问题与线性规划	8
2.1 线性规划概述	9
2.1.1 线性规划问题	9
2.1.2 线性规划模型	12
2.2 线性规划的可行域	15
2.2.1 凸组合与凸集	15
2.2.2 线性规划问题的可行域与凸集	15
2.2.3 极点与极方向	16
2.3 线性规划的图解法	17
2.3.1 枚举法	18
2.3.2 图解法	19
2.4 线性规划的单纯形法	23
2.4.1 基本概念	23
2.4.2 单纯形法	25
2.4.3 单纯形表	29
2.5 教育装备运输问题	36
2.5.1 运输问题的数学模型	36
2.5.2 运输问题的求解算法——表上作业法	40
2.5.3 产销平衡的运输问题	44

2.5.4 产销不平衡的运输问题	49
第3章 教育装备指派问题与整数规划	53
3.1 分枝定界法	54
3.1.1 分枝定界法的基本思想	54
3.1.2 分枝定界法的求解步骤	56
3.2 隐枚举法	59
3.3 教育装备指派问题	64
3.3.1 指派问题的数学模型	64
3.3.2 指派问题的求解步骤	65
3.3.3 指派问题的应用案例	66
3.3.4 指派问题的拓展	70
第4章 教育装备资源分配与动态规划	76
4.1 动态规划的基本原理	77
4.1.1 动态规划的适用条件	78
4.1.2 动态规划的基本概念	79
4.1.3 动态规划的数学模型	81
4.2 确定性动态规划问题	83
4.3 随机性动态规划问题	85
4.4 教育装备资源分配问题	89
第5章 教育装备保障与图论	100
5.1 图论概述	101
5.1.1 欧拉(Euler)回路问题	101
5.1.2 哈密尔顿(Hamilton)回路问题	102
5.1.3 雷姆塞(Ramsey)问题	103
5.2 图的基本概念	104
5.2.1 图的概念	104
5.2.2 点边的关联	105
5.2.3 图的分类	106
5.2.4 连通与回路	106
5.2.5 部分图与子图	107
5.3 树图	107
5.3.1 树图的性质	108
5.3.2 部分树(Spanning Tree)	109
5.3.3 最小部分(支撑)树问题	110

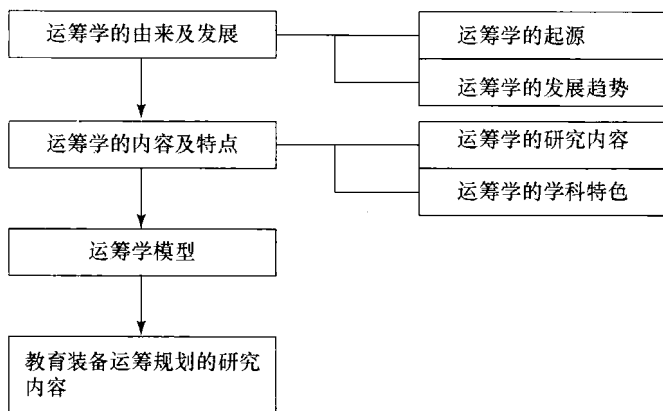
5.3.4 应用实例	111
5.4 最短路径问题	114
5.4.1 问题描述	115
5.4.2 最短路径问题的求解算法	115
5.4.3 应用实例	116
5.5 最大流问题	122
5.5.1 问题描述	123
5.5.2 基本概念	123
5.5.3 最大流问题的求解算法	124
5.6 最小费用最大流问题	126
5.6.1 问题描述	126
5.6.2 最小费用最大流问题的求解算法	126
5.7 选址问题	130
第6章 教育装备计划管理与决策方法	134
6.1 对策问题	134
6.1.1 对策模型的构成及分类	136
6.1.2 矩阵对策的基本定理	138
6.1.3 矩阵对策的求解	144
6.1.4 对策论应用案例	151
6.2 排队问题	154
6.2.1 排队系统	155
6.2.2 排队系统的常见分布	161
6.2.3 单队——单服务台系统模型($M/M/1$ 排队模型)	164
6.2.4 多服务台系统模型($M/M/C$ 排队模型)	173
6.2.5 非负指数分布的排队系统模型	181
6.2.6 排队论应用案例	184
参考文献	186

第 1 章 绪 论

【本章学习要点】

1. 运筹学的由来及发展趋势.
2. 运筹学的研究内容及学科特色.
3. 采用运筹学方法研究实际问题的一般步骤.
4. 教育装备运筹规划的研究内容.

【本章内容结构】



1.1 运筹学的由来及发展

运筹学是一门 20 世纪的新兴学科之一,在工业、商业、农业、军事、交通运输、政府部门等领域都有重要应用,现在已经成为经济计划、系统工程、现代管理等领域的强有力的工具.

1.1.1 运筹学的起源

自从人类社会诞生以来,人们一直经历着运用和筹划的决策过程,运筹学的朴素思想可以追溯到很久以前,我国史书上记载了许多运筹学思想的应用案例.我国古代伟大的军事思想家、春秋末期的齐国人孙武的不朽军事著作《孙子兵法》,就充分运用了“运筹帷幄”的思想.战国时期齐王和大臣田忌赛马的故事,在

谋士孙臏的策划下,田忌以逊色于齐王马匹的劣势获得比赛的胜利,赢得千金。北宋真宗年间,皇城失火,皇宫被毁,朝廷决定重建皇宫,在丁渭的精心策划下,巧妙地解决了“取土”、“外地材料的储运”和“处理瓦砾”三项亟待解决的任务。在国外,由于阿基米德筹划有方,在保卫叙拉古、抵抗罗马帝国的侵略中作出了突出贡献,因此被推崇为运筹学的先驱人物。

但作为科学名词,运筹学(Operations Research)最早出现于20世纪30年代。1935年,英国对新研制成功的雷达系统进行作战使用方法的研究,由军事人员罗威(A. B. Rowe)领导,应用雷达实现对敌机的跟踪定位。1937年,英国科学家帮助皇家空军研究雷达的部署和运作问题,研究范围由技术实验发展到有效战术,通过大规模空中演习,进行战术评估和改进,为英国在第二次世界大战期间防空体制的建立起到了很大作用。1938年,英国作战研究部主任罗威把这项工作称为“作战研究”,以区别于技术方面的研究。1939年,英国皇家空军指挥总部成立了一个由布莱开特(P. M. S. Blacket)领导的军事科技攻关小组,由于该小组的活动是第一次有组织的系统的运筹学活动,因此它的成立被看做运筹学产生的标志。由于科学家的天赋、战争的需要以及不同学科的交互作用,这一军事科技攻关小组在提高军事运筹水平方面取得了惊人的成功,并使运筹学迅速应用于整个军事领域。自1940年起,英、美、加等国军队中先后成立了若干个“作战研究”小组,它们运用自然科学方法评估空军、海军的战斗行动效能,提供一系列有关战斗革新和战术计划的建议,为取得第二次世界大战的胜利作出了重要贡献。

第二次世界大战后,美国等国家的军方仍然保留“作战研究”小组,但应用重点从“战术问题”转向“规划问题”,不再局限于有实际数据的作战行动,而更多地研究如何寻求以最小费用达到给定目标的途径。另一部分人员则根据第二次世界大战期间的军事实践和战后非军事背景的实践,对“作战研究”的理论和方法进行总结,并成功运用于非军事领域,被称之为“作业研究”或“运用研究”。20世纪50年代,运筹学理论、方法及其活动发展到了一个新的水平,运筹学开始成为一门独立的学科,其标志是运筹学学会的创建和相应期刊的问世。继1948年英国创立运筹学学会之后,美国运筹学学会于1952年成立,它的宗旨是满足运筹学研究领域的科学家相互交流的需要,以促进运筹学理论与实践的发展。1953年,美国又成立了管理科学研究所。美国运筹学学会和管理科学研究所这两个组织所创办的刊物《运筹学》和《管理科学》,将许多零散的研究成果系统化,为构建运筹学新学科的知识体系作出了突出贡献。1956年至1959年,法国、印度、日本等国家也先后成立了运筹学学会,并有6种运筹学期刊问世。1957年在英国牛津大学召开了第一届运筹学国际会议,1959年成立了国际运筹学学会(International Federation of Operations Research Societies,

IFORS). 20 世纪 60 年代以来,运筹学得到了迅速的普及和发展,运筹学细分为许多分支,许多大专院校把运筹学的规划理论引入本科教学课程,把规划理论以外的内容引入硕士、博士研究生的教学课程.

1955 年秋,“航天之父”钱学森历尽曲折回国,与中国工程院院士许国志交流了在我国开展“作战研究”的设想.“作战研究”在英国被称为“Operational Research”,在美国被称为“Operations Research”,直译为“作战研究”或“运用研究”,这都不太妥当.1957 年,在讨论译名时,清华大学周华章教授按照中国“运筹帷幄”的内涵,提出了一个新的学科命名——“运筹学”,很快得到我国及日本学术界的认可,并一直沿用至今.结合我国的特点,运筹学得到了广泛的推广应用(如经济数学、质量管理等领域).以华罗庚教授为首的一批数学家加入到运筹学的研究队伍,使我国运筹学的发展很快达到了当时的国际水平.1956 年,我国第一个运筹学小组在中国科学院力学研究所成立,1958 年成立了运筹学研究室.1960 年在济南召开了全国应用运筹学的经验交流和推广会议,1962 年和 1978 年先后在北京和成都召开了全国运筹学学术会议,1980 年中国运筹学会正式成立,1982 年《运筹学杂志》创刊,1997 年改为《运筹学学报》.我国各高等院校的经济管理类专业已经把运筹学作为一门专业的主干课程列入教学计划.运筹学在我国虽然起步较晚,但发展却非常迅速,目前我国运筹学的研究和应用已逐步跟上了国际同行的步伐.

1.1.2 运筹学的发展趋势

运筹学作为一门学科,在理论和应用方面,无论就广度和深度来说都有着无限广阔的前景.作为一门处于发展时期的学科,运筹学的发展趋势主要如下:

(1) 运筹学的理论研究将得到系统深入的发展.数学规划起始于 20 世纪 40 年代末,到 20 世纪 60 年代,已经发展为应用数学的一个重要分支,各种方法和理论纷纷出现.与其他学科一样,数学规划要逐步走向统一,这种由分散到统一、由具体到抽象的过程正在形成,而且将得到进一步的发展.

(2) 运筹学推广应用于新的研究领域.运筹学的一个重要特点是应用十分广泛,近年来它正迅速地向一些新的研究领域或原来研究较少的领域发展,如研究世界性的问题、研究系统工程等.

(3) 运筹学与其他学科不断交叉、融合、发展.例如,数学规划方法应用于工程设计,被称为“最优化方法”,已成为工程技术中的重要研究工具;数学规划应用于投入产出模型,已成为西方计量经济学派常用的数学工具等.

(4) 运筹学沿原有的学科分支向前发展.这是运筹学发展的一个重要方面,如规划论,从研究目标规划到多目标规划,从研究短期规划到研究长期规划,都

可以看做深入研究的自然延伸.

(5) 运筹学中建立模型的问题将日益受到重视. 从事实际问题研究的运筹学工作者, 常常感到他们所遇到的困难是如何把一个实际问题变成一个可以用数学方法来处理的问题, 因此运筹学模型的构建非常重要.

1.2 运筹学的内容及特色

1.2.1 运筹学的研究内容

运筹学是一门综合性科学, 也是最早形成的一门软科学, 其内容丰富、涉及面广、应用范围大. 运筹学的主要内容包括线性规划、整数规划、动态规划、非线性规划、多目标规划、网络理论、排队论、对策论、决策论、存储论等, 其中每一个部分都可以独立成册, 具有丰富的研究内容.

线性规划、整数规划、动态规划、非线性规划和多目标规划统称为规划论, 主要解决两方面问题: 一是对于给定的人力、物力和财力, 怎样才能发挥它们的最大效益; 二是对于给定的任务, 怎样才能用最少的人力、物力和财力完成.

网络理论主要研究解决生产组织、计划管理中的问题, 如最短路径问题、最小连接问题、最小费用流问题和最优分派问题等. 特别在设计 and 安排大型复杂工程时, 网络理论是非常重要的工具.

排队现象在日常生活中屡见不鲜, 如机器等待修理、船舶等待装卸、顾客等待服务等. 其面临的问题是: 当等待时间过长时, 将影响生产任务的完成, 或者顾客会自动离去而影响经济效益; 如果增加修理工、装卸码头和服务台, 固然能解决等待时间过长的问題, 但又可能蒙受修理工、码头和服务台空闲的损失. 如何妥善解决这类问题是排队论的主要任务.

对策论是研究具有利害冲突的各方, 如何制定出对自己有利并战胜对手的斗争策略, 战国时代齐王与田忌赛马的故事是对策论的一个绝妙例子.

决策问题是普遍存在的, 凡属“举棋不定”的事情都必须做出决策. 当着手要实现某个预期目标时, 如果面临多种情况, 有多种行动方案可供选择, 人们往往举棋不定. 决策者如何从中选择一个最优方案, 才能达到他的预期目标, 这是决策论的研究任务.

人们在生产和消费过程中, 都必须储备一定数量的原材料、半成品或商品. 存储少了会因停工待料或失去销售机会而遭受损失, 存储多了又会造成资金积压、原材料及商品的损耗. 因此, 如何确定合理的存储量、购货批量和购货周期至关重要, 这是存储论需要解决的问题.

1.2.2 运筹学的学科特色

迄今为止,在推广应用中,运筹学逐渐形成了自己的学科特色.

(1) 引入数学研究方法. 运筹学是一门以数学为主要工具,寻求问题最优方案的学科,所以是一门最优化科学.随着生产与管理规模的日益扩大,其间的数量关系更加复杂,通过数量关系研究问题,即引入数学研究方法,是运筹学的一大特点.

(2) 系统性.采用运筹学研究问题是从系统的观点出发,研究全局性的问题,研究综合优化的规律,它是系统工程的主要理论基础.

(3) 着重实际应用.在运筹学术界,许多学者强调运筹学的实用性和对研究结果的“执行”,把“执行”看做运筹工作中的一个重要环节,从理论上求得最优解之后,还要根据实际情况对所得的解进一步考察,并对所得最优解进行灵敏度分析等.

(4) 跨学科性.针对实际问题,由不同学科的专家组成的运筹小组进行集体研究,是早期军事运筹研究的一个重要特点.第二次世界大战时,英国在空军部门成立的防空运筹小组的成员包括数学家、物理学家、天文学家、生理学家和军事专家,任务是探讨如何抵御敌人的空袭和潜艇.当采用运筹学研究其他领域的问题时,这种组织形式和特点以不同的形式保留下来.从世界范围来看,运筹学的成败及应用的广泛程度,都与跨学科的组织形式及其工作水平有关.

(5) 理论和应用的发展相互促进.运筹学的各个分支学科,都是由于实际问题的需要或以一定的实际问题为背景逐渐发展起来的.初期一些传统的学科方面的专家对运筹学作出了贡献,随后新的人才逐渐涌现,新的理论相继出现,从而开拓出新的领域.例如,在美国数学家丹兹格(G. B. Dantzig)发明了求解线性规划的单纯形方法之后,相继涌现出一批职业线性规划工作者,他们从事的大量实践活动,反过来又进一步促进了线性规划方法的深入发展,从而出现了椭球法、内点法等求解线性规划的新方法.目前运筹学家们仍在孜孜不倦地研究新技术、新方法,使运筹学这门学科不断向前发展.

1.3 运筹学模型

采用运筹学研究实际问题的步骤如图 1.1 所示.

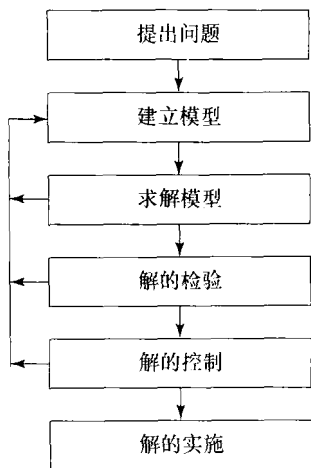


图 1.1 采用运筹学研究实际问题的步骤

(1) 提出问题. 提出需要解决的问题, 确定目标, 分析问题所处的环境和约束条件, 抓住主要矛盾, 舍弃次要因素.

(2) 建立模型. 选用合适的数学模型描述问题, 确定决策变量, 建立目标函数和约束条件, 进而建立相应的运筹学模型.

(3) 求解模型. 确定与数学模型有关的参数, 选择求解方法, 并求解(如最优解、次优解、满意解等).

(4) 解的检验. 首先检查求解步骤和程序有无错误, 然后检查所求得的是否反映实际问题、符合现实情况.

(5) 解的控制. 通过灵敏度分析等方法, 分析和评价所求得解, 并据此对问题的提出和建模进行修正.

(6) 解的实施. 提供决策所需的依据、信息和方案, 帮助决策者决定处理问题的方针和行动.

运筹学的实质在于建立和使用模型. 尽管模型的具体结构和形式总是与其要解决的问题相联系, 但这里我们抛弃模型在外表上的差别, 从最广泛的角度抽象出它们的共性. 模型在某种意义上说是客观事物的简化与抽象, 是研究者经过思维抽象后用文字、图表、符号、关系式以及实体模式对客观事物的描述.

建立模型是一种创造性劳动, 成功的模型是科学和艺术的综合体, 其过程是一系列的简化、假设和抽象. 建立模型时需要回答的问题包括: 模型中现实系统的哪些方面可以忽略, 哪些方面应该合并, 可以做哪些假设, 以及模型应构成什么形式等. 在建立模型中常用的假设包括两种: 一是离散变量的连续性假设, 二是非线性函数关系的线性假设. 显然, 建立模型具有一定的主观性, 从某种意

义上说,面对同样的现实系统,不同的人能构造出完全不同的模型,而它们之间可能并无优劣之别。虽然对具体的模型可能会有许多特殊的标准,但总的来说模型的好坏决定于其对实现系统目标的实用性。

模型有三种基本类型:形象模型、模拟模型和数学模型。运筹学模型主要是指数学模型。数学模型可以简单地描述为:用字母、数字和运算符来精确地反映变量之间相互关系的公式或公式组。数学模型由决策变量、约束条件和目标函数三个要素构成,决策变量是问题中所求的未知量,约束条件是决策所面临的限制条件,目标函数是衡量决策效益的数量指标。

1.4 教育装备运筹规划的研究内容

随着装备现代化建设进程的不断加快,尤其是高科技在教育领域的逐步应用,装备分配、装备管理和装备保障等活动变得更加复杂,如果不深入地从定性、定量两个方面研究其决策问题,那么不用说优化决策,就连最起码的可行性决策都不可能做出。教育装备运筹规划就是从决策优化的角度研究教育装备的分配、管理、保障等活动,力求不仅从定性方面而且着重从定量方面提供可操作的决策优化理论与方法。

教育装备运筹规划的研究对象是教育教学活动中装备领域的决策优化问题,在教育教学活动中需要优化而且能够进行定量分析的各类问题构成教育装备运筹规划的研究领域。教育装备运筹规划的独特之处在于它从决策优化的角度研究教育装备领域的各类活动,定量地提供可操作的决策理论和方法。也就是说,运用运筹学理论与方法研究教育装备科研、订购、保障教学使用直至装备退役、报废的全系统、全寿命管理活动中的决策优化问题。教育装备运筹规划研究的结果是为决策者提供辅助决策,其数量推导过程与表达成果的技术是研究的重要组成部分。

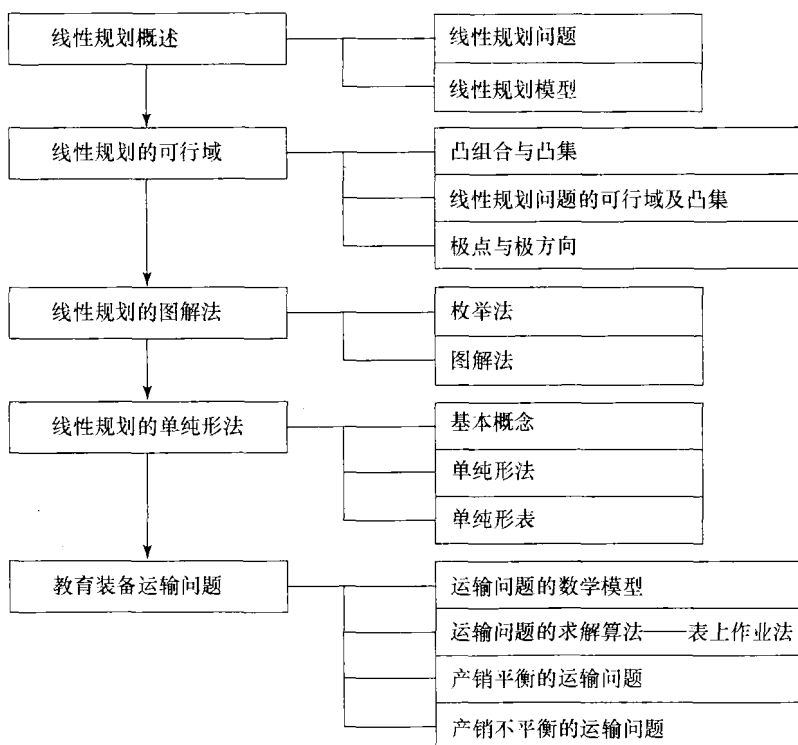
教育装备运筹规划的研究内容包括:对装备分配、装备管理、装备保障、装备运输等活动中的决策优化理论方法进行研究;对教育装备领域的具体问题给出应用研究结果或者提出决策优化的建议;开展装备运筹研究的环境建设,如装备数据库、装备管理与装备保障模型库的建设等。其目的是实现决策的优化,为决策者在装备管理等活动中更好地做出运用教育资源的决策提供有数量根据的行动方案,强调目标的优化和对达到目标的可行性方案的优化。

第2章 教育装备运输问题与线性规划

【本章学习要点】

1. 线性规划问题及其数学模型.
2. 线性规划问题的可行域.
3. 求解线性规划问题的方法——图解法的基本思想及求解步骤.
4. 求解线性规划问题的方法——单纯形法的基本思想及求解步骤.
5. 教育装备运输问题的数学模型及求解算法——表上作业法.

【本章内容结构】



教育装备管理中经常遇到教育装备运输问题,全国有许多教育装备的生产基地,如何根据现有交通条件,制订调用装备的运输方案,将装备运送到各教育

机构,使总的运输代价最小,这属于典型的教育装备运输问题,必须借助于线性规划的数学模型进行求解.本章首先通过例子归纳线性规划数学模型的一般形式,在介绍线性规划的基本概念、基本理论及求解算法的基础上,重点研究教育装备运输问题.

2.1 线性规划概述

数学规划是系统工程的最重要分析方法之一,是运筹学的主要分支,包括线性规划、非线性规划、整数规划和动态规划.线性规划(Linear programming)起源于20世纪30年代,自1947年丹兹格提出线性规划问题求解的一般方法——单纯形法之后,线性规划在理论上日趋成熟,应用上得以迅速发展和推广.随着计算机技术的发展和普及,线性规划问题的求解越来越快捷,大大拓展了线性规划的应用范围,目前在工业、农业、商业、军事、经济、能源、交通和科技等领域发挥了越来越重要的作用,产生了巨大的经济效益和社会效益,线性规划已经成为科学决策的有力工具.

2.1.1 线性规划问题

在生产过程中,提高工作效率和经济效益的途径一般有两个:一是进行技术改造,改进生产条件和技术手段,如添加设备、改进工艺、提高技能、挖掘潜力等;二是维持现有生产条件和技术手段不变,改善生产的组织、计划和管理,充分利用现有生产条件和技术手段,做出最优决策.线性规划方法通常用于求解第二类问题.

第二类问题又分为两个方面:一是在限制条件下,完成尽可能多的工作成果;二是为完成既定任务,消耗尽可能少的资源.下面首先列举几个线性规划问题的具体实例,并归纳线性规划问题的一般数学模型.

〔例 2-1〕 下料问题.

某工厂要制造某种设备100台.每台设备中要用到长为1.2 m,1.8 m,2.6 m的钢管各一根.该厂钢管原材料的长度为7 m.请问:在满足制造要求的条件下(不考虑下料截口损耗),如何裁截原材料,才能使原材料的用量最少?

解:显然,在每根原材料上裁截同一种规格的钢管的裁法不是好方法.组合的裁截方法将会使料头较少,从而使原材料的使用量降低.

选择七种使料头较少的裁截方法,将它们的三种规格的裁截数及剩余的料头数列于表2.1中,并建立数学模型.