

全国高等教育自学考试

计算机信息管理专业与计算机网络专业自学指导丛书

运筹学基础 自学考试指导

全国电子信息应用教育中心 组编

沈林兴 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

全国高等教育自学考试计算机信息管理专业和计算机网络专业自学指导丛书

运 筹 学 基 础

自学考试指导

全国电子信息应用教育中心 组编

沈林兴 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书概要介绍了运筹学的基本概念和基本知识,并以典型的示例通俗地讲解了几种常见运筹学问题的求解思路、求解方法和求解过程,其主要内容包括:预测、决策、库存管理、线性规划、运输问题、网络计划技术、图论方法、马尔柯夫分析等,还给出了大量的练习题和参考答案。本书可供计算机信息管理专业、经济管理专业和应用数学专业的学员学习参考,也可供企业管理人员自学参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: 运筹学基础自学考试指导

组 编: 全国电子信息应用教育中心

作 者: 沈林兴

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编:100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 北京市京东印刷厂

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10.5 字数: 259 千字

版 次: 2000 年 6 月第 1 版 2000 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-03568-7/TP·1965

印 数: 0001~5000

定 价: 15.00 元

出版前言

信息化和网络化是知识经济时代的重要特征。面对知识经济的挑战，社会急需大批计算机信息管理和计算机网络专业人才。为了适应国民经济和社会发展的迫切需要，高等教育自学考试计算机信息管理专业和计算机网络专业的开考应运而生。

计算机信息管理专业（包括专科和独立本科段）是由信息产业部委托高等教育自学考试指导委员会开设的，计算机网络专业（独立本科段）是由高等教育自学考试指导委员会与信息产业部合作开考的，国家承认其学历和学位。信息产业部指定全国电子信息应用教育中心负责全国计算机信息管理专业和计算机网络专业自学考试助学工作的统一管理，各省（市）电子信息应用主管部门也指定本省（市）的电子信息应用教育中心负责当地的助学工作。至今，全国 30 个省（市）教育中心在各大中城市建立了近 600 个教学站，招收了 10 多万名学员。各地的主考大学大多是名牌大学，如清华大学、复旦大学等。

为了加强计算机信息管理和计算机网络两个专业的助学指导工作，全国电子信息应用教育中心组织了有关专家和有丰富教学经验的教授，建立了自学指导丛书编委会，将陆续编写出版上述两个专业各门课程的自学指导书。

本套丛书力求知识完整独立、通俗易懂、便于自学，其中还包括了大量的练习题及其参考答案，是一套很实用的自学参考丛书。我们相信对于学员以及授课教师会有较大的帮助。

由于组织编写时间仓促，书中的不足在所难免，恳请读者指正。

有关本套丛书的信息，读者可到下列网址查询。

www.ceiaec.org

全国电子信息应用教育中心自学指导丛书编委会

2000 年 5 月

全国电子信息应用教育中心自学指导丛书

编 委 会

主 任 姚志清

副主任 侯炳辉 甘仞初 罗晓沛 陈 禹

委 员 (按姓氏笔画顺序)

王长梗 王守茂 王志昌 甘仞初 田孝文 龙和平

沈林兴 罗晓沛 陈 禹 杨冬青 杨 成 杨觉英

姚志清 侯炳辉 张公忠 张国鸣 张宗根 袁保宗

徐甲同 徐立华 徐玉彬 盛定宇 彭 澎 韩培尧

雷震甲 魏晴宇

秘书长 沈林兴

副秘书长 彭 澎

秘书处联系地址 北京 2515 信箱教育中心 (邮编: 100043)

前 言

运筹学 (Operations Research, 缩写成 OR) 旨在运用数学方法解决经济和管理领域中的许多定量问题。例如, 预测企业的利润或销售额, 对产品的多种定价方案做出决策, 在库存管理中计算最佳的订货量, 在有限资源约束条件下寻找利润极大或成本极小的方案, 在工程项目管理中合理安排和调度作业时间、人力和资金, 求解最短路线、最大流量或管线总长最短的问题, 研究市场占有率的变化规律等。在企业中, 这些问题都是很常见、很需要解决的, 因此, 求解这些问题的方法非常实用, 而且, 越是基本的方法越常用。

运筹方法对改进企业管理, 辅助领导决策, 提高企业的经济效益非常有效。然而, 多数运筹学教材数学味太浓, 大量的数学推导使众多管理人员和经济界人士望而生畏。运筹帷幄本是大多数人的渴求, 从各种实例来看, 许多运筹方法的思路比较直观清晰, 饶有趣味。对于应用人员来说, 他们并不关心数学公式的推导和证明, 只关思路、条件、结论和具体算法。如能针对几个典型示例介绍具体的求解方法, 使普通读者在工作中能够举一反三, 就会使基本的运筹方法变得通俗易懂, 对社会产生的效益也会更大些。先师华罗庚教授致力于推广统筹方法为我们树立了榜样, 需要我们继承发扬。张学群、楼克明主编的《运筹学基础》(经济科学出版社) 在这方面又做了一次尝试, 突破了以往教材的传统, 向管理人员大大靠拢了。

编者在高等教育自学考试计算机信息管理专业执教《运筹学基础》课程多年, 深知学员对自学指导书的渴求。学员希望, 自学指导书应全面总结教材中的概念和知识, 更清晰地讲解其中的难点, 给出较多的练习题和参考答案。本书就是为满足读者的这种要求而编写的, 希望能帮助读者理解和掌握运筹学的基本方法, 提高考生参加自学考试的信心, 为将来根据工作需要进一步学习打下良好的基础。

本书也可脱离《运筹学基础》教材而阅读, 以适应一般读者的需要。为使他们也能顺利阅读本书, 也能有所收益, 编者已力求使本书保持相当的独立性和完整性。

学习运筹学需要有高等数学和概率论的基础, 虽然教材中淡化了许多理论知识, 但重要的基本概念、基本术语和基本算法仍需读者具备。作为自学指导, 本书将更为通俗地解释和运用这些基础知识。

本书在编写过程中得到了导师罗晓沛教授的指导和帮助, 在此表示衷心的感谢! 编者也不会忘却张学群、楼克明教授倡导推广普及运筹学知识的教诲。

由于编者水平有限, 工作繁忙, 编写时间紧, 错误和不当之处恳请读者指出。

编 者

2000 年 5 月

目 录

概述	1
第一章 导论	2
1.1 自学指导	2
1.2 练习题	3
1.3 练习题参考答案	5
第二章 预测	6
2.1 自学指导	6
2.2 练习题	10
2.3 练习题参考答案	14
第三章 决策	17
3.1 自学指导	17
3.2 练习题	22
3.3 练习题参考答案	27
第四章 库存管理	31
4.1 自学指导	31
4.2 练习题	34
4.3 练习题参考答案	37
第五章 线性规划	40
5.1 自学指导	40
5.2 练习题	51
5.3 练习题参考答案	57
第六章 运输问题	63
6.1 自学指导	63
6.2 练习题	73
6.3 练习题参考答案	78

第七章 网络计划技术	83
7.1 自学指导.....	83
7.2 练习题.....	95
7.3 练习题参考答案	104
第八章 图论方法	109
8.1 自学指导	109
8.2 练习题	112
8.3 练习题参考答案	116
第九章 马尔柯夫分析	119
9.1 自学指导	119
9.2 练习题	121
9.3 练习题参考答案	123
综合练习题 I	125
综合练习题 II	129
综合练习题 III	134
综合练习题 IV	139
综合练习题 I 参考解答与提示	144
综合练习题 II 参考解答与提示	149
综合练习题 III 参考解答与提示	152
综合练习题 IV 参考解答与提示	155
自学考试试卷分析与备考要点	158

概 述

运筹学基础主要介绍运筹学的基本概念和基本知识，并以典型的示例说明几种常见运筹学问题的求解方法。本书的主要内容如下：

第一章“导论”主要介绍一些基本概念和术语，运筹学的发展和应用情况。

第二章“预测”介绍预测的基本概念以及几种常用的预测方法。重点和难点是指数平滑预测法和线性回归模型预测法。

第三章“决策”介绍决策的基本概念以及几种常用的决策方法（以企业价格决策为主）。重点是不确定条件及风险条件下的决策，难点是各种决策方法的数学表示式。

第四章“库存管理”介绍库存管理的基本概念以及常用的算法。重点是经济订货量和订货时间的计算（包括最佳加工批量的计算）。

第五章“线性规划”以具体例子介绍了图解法和单纯形法的计算过程。要注意，单纯形法的理解是本书中最大的难点。

第六章“运输问题”以具体例子介绍了运输问题的求解过程。重点是用位势法改进运输方案，难点是对位势法的理解。

第七章“网络计划技术”除了介绍基本知识外，主要是以具体例子说明网络计划图的画法，网络时间的计算方法，以及如何根据时间、人力和资金方面的限制进行优化。

第八章“图论方法”除了介绍基本知识外，主要是以具体例子说明最小总长连接（最小枝权树）、最短路径和最大流量的求解方法。

第九章“马尔柯夫分析”主要介绍概率向量、概率矩阵、平衡矩阵等基本概念，分析市场占有率的变化规律等。难点是对这些概念的认识和理解。

学习本书需要注意：

（1）全面理解基本概念和基本术语。特别是对重要的语句要领会并记住。易学易忘是这些概念的特点，需要多加思考，并通过比较，联系实际，加深印象。

（2）理解各种运筹计量方法的基本思路和适用范围，并能对简化的具体问题进行实际的计算。只有从宏观上了解各种方法的思路才能深刻认识其实质，并充分理解其求解过程；只有学会实际计算才能发现问题，了解方法的关键所在，才会对各种方法有深刻的印象，不致于搞混。单纯看懂公式推导，背记公式，就会感到枯燥无味，学不好也考不好。

（3）用运筹学求解实际问题的关键是根据问题的类型建立运筹学模型。运筹学模型一般都是优化模型，即在一定的约束条件下，求解某个目标函数的极大值或极小值。

如果目标函数指的是利润、收益值等，那么一般就是求极大值问题；如果目标函数指的是成本、损失、亏损值等，那么一般就是求极小值问题。需要十分注意这两类问题的不同解法。

对任何一个运筹学问题，极值可能存在也可能不存在。如果存在极值，则这个极值必然唯一，而达到极值的方案则可能有多个。

第一章 导 论

1.1 自 学 指 导

1.1.1 概 述

运筹学是对管理工作进行决策的计量方法，是依照给定的目标和条件，从众多方案中选择最优方案的最优化技术，是一门寻求在给定资源条件下，如何设计并进行科学决策的方法。本章主要介绍运筹学的一些基本概念和基本知识，如：决策，决策的分类，科学决策的过程，模型，运筹学的发展简史，运筹学的特点和应用等。学习本章主要是使学员从总体上了解运筹学，同时，需要学员理解有关的基本概念和基本知识。虽然本章在自学考试试题中的比例常不超过3分，但对学员初步认识运筹学却十分重要。

1.1.2 本章要点

企业领导的主要职责是做出决策，而运筹学的主要应用是辅助领导决策。

做出决策一般都需要在一些可供选择的方案中做出抉择。

决策可以分为定性决策、定量决策和混合性决策三类。

定性决策主要依据决策人员的经验（感觉）或知识进行决策；定量决策需要使用某种计量方法进行计算，并根据计算结果进行决策；混合性决策则是定性决策和定量决策的结合。

运筹学主要依据计量方法，即充分运用了数学方法，特别是数学模型。因此，运用运筹学解决实际问题需要有一定的条件。如：对该问题可建立一个可以求解的模型；模型中有多个变量；目标和约束条件可用某种数量关系来表示；解决问题所需的数据是能够获得的。

运用运筹学进行决策的步骤为：

(1) 了解问题所处的环境（包括企业的内部环境和外部环境）。

(2) 分析定义问题（拟订研究目标，即确定问题的类型及其解答方式）。

(3) 建立模型（符号模型或抽象模型），这是运筹决策最费时间的部分。

符号模型——如企业的组织机构图、损益表和预算表，图片模型，需求曲线。

经济上的需求曲线反映了不同价格水平下的购买力。

收益表是反映企业效能的模型，平衡表是反映企业财务情况的模型。

损益表是反映企业经营情况的模型，预算表是反映企业开支计划的模型。

抽象模型——如用数学方程式等表示的数学模型。

(4) 数据收集。

(5) 求解，并检验（进行敏感度分析，这是运筹学模型的最有用的部分）。

敏感度分析就是：求出解答后，再改变模型及其输入，检查其输出的变化。

如果模型参数或输入数据的微小变化会引起输出结果的很大变化，则这种解答既不可靠，也不稳定。另外，通过敏感度分析也能了解问题的解答随输入参数变化的趋势。

(6) 实施最优解。

运筹学的发展简史：

(1) 19 世纪后期，被誉为科学管理之父的泰罗致力于以一种最好的方法去完成一种单一的作业。另一个科学管理的先驱者甘特用全面经营的观点去安排各个作业，用图来表示多个作业在时间方面的安排（称为甘特图）。

(2) 早期的运筹学运用于军事方面，以后又重点转向工业生产，现在则重点运用于辅助管理决策以及全面的经济领域。

运筹学的突出优点是：面对复杂的实际问题，可建立简化的模型，然后便可通过计算（甚至利用计算机）尽快求出解答，不致造成大的损失。在定量计算时能发现数据方面的差距。领导将计量工作下放，由运筹学工作者做，自己便可用主要的精力去做更重要的定性分析。

运筹学的主要不足是：实际问题一般都非常复杂，有关的因素也很多，而运筹学建立的模型往往过于简单，不能完全描述实际问题；使用模型也是有条件的，有一定适用范围，通过这种简化的模型求解也很难获得与实际完全一致的结果，求出的结果往往是有风险的。因此，运筹学方法只能辅助决策，而不能代替决策。运筹学工作者获得的计算结果是领导者进行决策的重要依据，领导者必须对计算结果作综合分析，再考虑多种复杂因素后，才能做出正确的决策。

运筹学的应用范围很广，包括研究各种模型，在企业、金融、市场、生产、人力资源开发等许多方面都可采用。

1.2 练 习 题

（一）填空题

1. 企业领导的主要职责是做出_____，这就需要在众多的方案中选择_____。
2. 企业领导在决策时，首先应确定问题，制定_____，并确认_____条件。在此基础上便可运用运筹学方法求解。
3. 决策方法可分为定性决策、_____决策和_____性决策。
4. 混合性决策综合运用了_____决策和_____决策。
5. 定性决策基本上是根据决策人员的_____或知识制定的决策。
6. 应用运筹学决策的一般步骤是：熟悉环境、分析问题、_____、收集数据、提出并验证解答、实施_____。
7. 运筹学工作者观察待决策问题所处的环境包括_____环境和_____环境。
8. 为了全面管理人、财、物的交互活动，大型商场应建立_____系统。
9. 运筹学工作者拟订研究目标，即，确定问题的_____及其_____。
10. 运筹学研究和运用抽象的模型，包括符号模型和数学模型。企业的组织机构图、上年的损益表和下年的预算表属于_____模型，方程式属于_____模型。
11. 经济上的需求曲线属于_____模型，用于预测不同_____水平下消费者的购买情况。
12. 建立模型后，_____十分重要，它能够有效地影响模型的输出。
13. 运筹学模型获得解答后，还需要试验改变模型及_____数据，考察其结果的变化，这种试验称为_____试验。

14. 在某公司的预算模型中, _____是显示公司效能的模型, _____是显示公司财务情况的模型。

15. 为使运筹学模型的解答不致引起“真实的”错误, 人们需要执行_____。

16. 企业的_____表反映了该企业的经营状况; _____表反映了该企业的开支计划。

17. 运用运筹学求解问题时, 一般需要建立_____来描述现实世界, 这样便能使用计算机来求解。然而, 求得的解答常常没有实用价值, 其主要原因是现实世界的描述_____, 这就是运筹学的不足之处。

18. 对实际问题进行决策时, 计量方法和_____都是需要的。

(二) 选择题

1. 运筹学为管理人员制定决策提供了 ()。

- (1) 定性基础 (2) 定量基础 (3) 预测和计划 (4) 数学基础

2. 古代著名的军事指挥家已能运用 ()。

- (1) 定性决策方法 (2) 定量决策方法 (3) 依靠经验和知识的决策方法
(4) 定性决策与简单的定量决策相结合的方法

3. 采用计量方法的前提不包括 ()。

- (1) 所需决策的问题是复杂的, 具有多个变量
(2) 可以用各种数量关系来描述问题, 且问题有关的数据是可以得到的
(3) 可以建立适当的模型
(4) 模型的参数必须是确定的

4. 运用运筹学求解问题时, () 是最费时间的部分。

- (1) 了解环境 (2) 分析问题 (3) 建立模型 (4) 选择最优解

5. 运用运筹学模型求解后, 进行敏感度分析的理由不包括 ()。

- (1) 模型过于简化, 不能完全反映现实世界
(2) 使用模型是有条件的
(3) 使用模型取得的结果是有风险的
(4) 模型所用的参数有限定的范围

6. 运用运筹学模型求解的过程中, 最有用的部分是 ()。

- (1) 确定问题 (2) 建立模型 (3) 求出最优解 (4) 敏感度分析

7. () 是科学管理之父。

- (1) 泰罗 (2) 甘特 (3) 马尔柯夫 (4) 曼彻斯特

8. 科学管理的先驱泰罗致力于 (), 而甘特致力于 ()。

- (1) 用最好的方法去完成单一作业 (2) 按时间表安排生产
(3) 求运输问题的最优解 (4) 网络计划审核技术

9. 以下 () 不是运筹学的优点。

- (1) 可预测和计划现金流 (2) 可建立符合现实世界的数学模型
(3) 可用计算机算出最优解 (4) 可进行敏感度分析

10. 以下 () 是运筹学的不足。

- (1) 只能进行手工计算 (2) 不能协调安排人力
(3) 不能处理非线性问题 (4) 模型过于简化

1.3 练习题参考答案

(一) 填空题

- | | | |
|-------------|--------------|--------------|
| 1. 决策, 最优解 | 2. 目标, 约束 | 3. 定量, 混合性 |
| 4. 定性, 定量 | 5. 主观经验 (感觉) | 6. 建立模型, 最优解 |
| 7. 内部, 外部 | 8. 管理信息 | 9. 类型, 解答方式 |
| 10. 符号, 数学 | 11. 符号, 价格 | 12. 收集数据 |
| 13. 输入, 敏感度 | 14. 收益表, 平衡表 | 15. 敏感度分析 |
| 16. 损益, 预算 | 17. 模型, 过于简化 | 18. 主观经验 |

(二) 选择题

- | | | | | | |
|--------|-------------|--------|---------|--------|--------|
| 1. (2) | 2. (4) | 3. (4) | 4. (3) | 5. (4) | 6. (4) |
| 7. (1) | 8. (1), (2) | 9. (2) | 10. (4) | | |

第二章 预 测

2.1 自 学 指 导

2.1.1 概 述

本章以企业价格预测为主，叙述了价格预测的概念、目的和步骤，以及在不同情况下应采用的几种方法，并强调在实用中，应执行定性预测和定量预测相结合的原则。对加权平均数预测法、指数平滑预测法和线性回归模型预测法需要学会实例计算。指数平滑法和线性回归模型预测法是本章的难点，需要深刻理解。学习线性回归模型预测法需要有一定的高等数学基础。

2.1.2 本章要点

运筹学中的预测就是根据已有的数据，利用某种方法，对未来的不确定事件进行估计或判断。这里，收集掌握可靠的数据，采用科学的预测方法是必要的条件。

预测是决策的基础。预测的目的就是为决策者提供适当的数据或资料。

预测时，一般不会去追求过高的预测精度，重要的是选择更好的预测方法。

预测的步骤大致为：

(1) 确定预测的对象或目标（如明年某种产品的价格）。

(2) 选择预测周期。

对于产品寿命周期较长，长期变化不大的，可作长期价格预测（5年以上）；

对于新产品或尚有生命力的老产品，可作短期价格预测（1年以内）；

对于高新技术产品可作中期价格预测（1~5年）。

(3) 选择预测方法。

(4) 收集有关的数据或资料。

(5) 进行预测。

预测方法主要有定性（或判断）预测法和定量预测法两类。一般的应用都是根据实际情况综合运用这两种方法。只是在缺少数据，或社会经济环境发生剧烈变化、已有的数据没什么价值时，才能用定性预测法。

定性预测法有特尔斐（Delphi）法和专家小组法等。

特尔斐法的步骤为：(1) 确定课题；(2) 选择专家；(3) 设计咨询表；(4) 逐轮咨询和信息反馈；(5) 统计分析。

特尔斐法的特点是：(1) 专家背对背发表意见（以免互相影响）；(2) 多次信息反馈；(3) 总结意见。这种方法适于中长期预测。

专家小组法的特点是邀请多名专家开会讨论，面对面磋商，以求达成比较一致的意见。这种方法适于短期预测。要注意，面对面讨论应广开言路，不受权势人物影响。

定量预测法有：算术平均数预测法，加权平均数预测法，指数平滑预测法，线性回归模型预测法，非线性回归模型预测法等。

1. 算术平均数移动法

算术平均数预测法最简单，它是将已有的 n 个数据相加再除以 n 。在做价格预测时，可以用当前市场上同类各种产品的价格做算术平均（横向比较法）；也可以用历史上前几年（月、日）的数据做算术平均（纵向比较法）。由于太久远的数据对预测没有什么价值，所以在用历史数据做算术平均时，应确定使用前多少期的数据。随着时间的推移，预测未来所用的前几期数据也在不断移动（个数不变），这种预测方法称为时间序列预测法。若预测 4 月份利润时使用了 1 月，2 月，3 月的利润，那么，预测 5 月份利润时就应使用 2 月，3 月，4 月的利润。时间序列预测法中，若采用算术平均进行计算，这种方法就称为简单移动平均数法。

求算术平均时，已给出的各个数据是平等的。4 个数据相加除以 4，就是说每个数据对平均值的贡献（我们称之为权重）都占 $1/4$ ，即 25%：

$$(a+b+c+d) / 4 = 0.25a + 0.25b + 0.25c + 0.25d$$

如果已知每个数对平均值的重要性不同，则就要采用加权平均了。例如，某工程至少需要 a 天，最可能需要 b 天，至多需要 c 天，则该工程平均需要的天数可用以下的算式：

$$\frac{a+4b+c}{b}$$

其中， b 的权重为 $4/6$ ，比 a 和 c 的权重 $1/6$ 大得多。权重的总和总是 1。

2. 加权平均数预测法

用加权平均数进行预测（同样也有横向比较和纵向比较之分），需要对已有的数据分别给出权重。在价格预测时，对某些大厂，由于产品多，其权重应大些；近期数据的权重一般也应比早期数据的权重大。权重的确定往往需要加以定性分析。在时间序列预测时，前几期数据的权重也是随时间而移动的。

例如，用 1，2，3 月份的产值 a_1, a_2, a_3 来预测 4 月份的产值 a_4 时，可对 1 月，2 月，3 月的数据分别赋予权重 0.2, 0.3, 0.5（注意总和必须为 1），则 4 月份的产值 a_4 预计为 $0.2a_1 + 0.3a_2 + 0.5a_3$ 。预测 5 月份产值 a_5 时这些权重数就被移动赋予了 a_2, a_3, a_4 ：

$$a_5 = 0.2a_2 + 0.3a_3 + 0.5a_4$$

3. 指数平滑预测法

例如，已知某商店 1993 年至 1998 年的商品销售额分别为 22 万元，20 万元，24 万元，23 万元，26 万元，27 万元，为预测 1999 年的销售额，就可以用指数平滑预测法。1993 年的销售额作为初始值，可以直接作为 1994 年的预测值；1995 年的预测值可以根据 1994 年的实际值和预测值通过加权（ α 和 $1-\alpha$ ）平均算出；同样，由 1995 年的预测值和实际值可计算出 1996 年的预测值；依次类推，可算出 1999 年的预测值。权重 α 取 0.1 和 0.9 时的计算结果列表如下：

年 度	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
实际值	22	20	24	23	26	27	
$\alpha=0.1$ 预测值		22.00	21.80	22.02	22.12	22.51	22.96
$\alpha=0.9$ 预测值		22.00	20.20	23.62	23.06	25.71	26.87

指数平滑法的基本计算公式是：

$$\text{下次的预测值} = \alpha \times \text{本次的实际值} + (1-\alpha) \times \text{本次的预测值}$$

一般情况下 $0 \leq \alpha \leq 1$ 。 α 越接近于 0，实际值的影响越小； α 越接近于 1，实际值的影响越大。当行情看涨或看跌时， α 的取值可超过 1。

对于多期数据，用上述公式多次推算后可知，新的预测值等于前 1 期的实际值、前 2 期的实际值、前 3 期的实际值、……加权平均得到，其权重分别为：

$$\alpha, \quad \alpha(1-\alpha), \quad \alpha(1-\alpha)^2, \quad \alpha(1-\alpha)^3, \quad \dots, \quad \alpha(1-\alpha)^{n-1}, \quad (1-\alpha)^n$$

$\alpha=0.9$ 时	0.900,	0.0900,	0.009,	0.0009,	...
$\alpha=0.1$ 时	0.100,	0.0900,	0.081,	0.0729,	...

从这里可以看出，指数平滑预测法也属于时间序列预测法。而且，前期各个数据的权重随时间的久远而逐渐减少，呈指数衰减，平滑变化。这就是命名指数平滑法的来历。权重衰减快慢的程度取决于 α 值的大小。 α 越大，近期数据越重要，权重衰减得越快； α 越小，权重衰减得越慢，历史数据的重要性越大。因此， α 称为平滑系数。

再进一步分析，选用的 α 值越小，就越依赖于以前的多期数据，其好处是可消除近期数据突然随机起伏波动的影响，预测值的变化趋势比较平稳，但跟上实际值变化趋势的速度较慢；如选用较大的 α 值，则预测值更多地受近期数据的影响，预测值能跟上实际值的变化趋势，但不易排除实际值突然变化的干扰影响。

平滑系数值的选取一般是通过定性分析得到的。因此，指数平滑预测法是定量分析和定性分析相结合的一种方法。

显而易见，在实际问题中，对以往数据的权重一般都会随时间的久远而逐渐平滑地减少，因此，指数平滑预测法在经济领域中十分常用。不过在实际运用时，还要注意结合实际情况。例如，对于随季节变化的商品（如凉鞋），应着重对市场状况的调查研究，同时，应更侧重于定性预测与定量预测的结合。在做定量预测时，根据历年同期数据采用指数平滑法较好。

4. 一元线性回归模型预测法

例如，已知某厂 1 月至 6 月的进价和售价如下：

月 次	1	2	3	4	5	6	7
进价 X	3	5	2	8	9	12	10
售价 Y	4	6	3	9	12	14	?

试问，7 月份进价为 10 元时售价应为多少？

首先我们需要研究进价 X 与售价 Y 之间是否有某种因果关系。如果把数据 (X, Y) 作为点画在坐标纸上（见图 2-1），那么我们可以看到，上述问题中的 6 个点在图上近乎一条直线。这就意味着 X 与 Y 之间接近某种线性关系。如果我们能求出最接近这些点的一条直线 $Y=a$

+bX, 那么, 这条直线就体现了 X 与 Y 之间的因果关系。我们就可以把这条直线上 X=7 时的 Y 值作为 7 月份的预测值。

一般来说, 对于已知的一组实际值 (X_i, Y_i) , 如果它们在坐标平面上对应的点比较接近于一条直线, 即, X 和 Y 接近于线性关系, 那么就可利用这条直线来做预测。这就是一元线性回归预测法。

已知一组值 $(X_i, Y_i), i=1, 2, \dots, n$, 如何选择与它们最接近的直线 $Y=a+bX$ 呢? 如果把“最接近”定义为这些点与这条直线的总偏差平方和最小, 就可以用数学方法求其极小值, 得到求解 a, b 的两个方程 ($\bar{X}$ 为 x_i 的平均值, $\bar{Y}$ 为 y_i 的平均值):

$$\begin{aligned}\bar{Y} &= a + b\bar{X} \\ \overline{XY} &= a\bar{X} + b\bar{X}^2\end{aligned}\quad (2-1)$$

从该方程组中解出 a 和 b 的值, 就得到了所求的拟合直线 $Y=a+bX$ 。这种拟合方法就是最小二乘法。

实际值 (X_i, Y_i) 离散地围绕在拟合直线附近, 同时又有回归拟合直线的趋势。一般来说, 随机现象既有离散于统计规律的特点, 也有回归于统计规律的趋势。

拟合直线 $Y=a+bX$ 称为回归直线, $Y=a+bX$ 也称为回归方程, 系数 a 和 b 称为回归参数。

离散点 (X_i, Y_i) 对于回归直线 $Y=a+bX$ 以及平均线 $X=\bar{X}$ 和 $Y=\bar{Y}$ 的偏差包括:

总偏差 $Y_i - \bar{Y}$, 回归偏差 $\hat{Y}_i - \bar{Y}$, 剩余偏差 $Y_i - \hat{Y}_i$, 见图 2-1。

回归方程的两个特性是:

(1) 平均值 $(\bar{X}, \bar{Y})$ 必然位于回归直线上, 即, $\bar{Y} = a + b\bar{X}$ 。

(2) 总偏差 = 回归偏差 + 剩余偏差。

总偏差平方和 = 回归偏差平方和 + 剩余偏差平方和

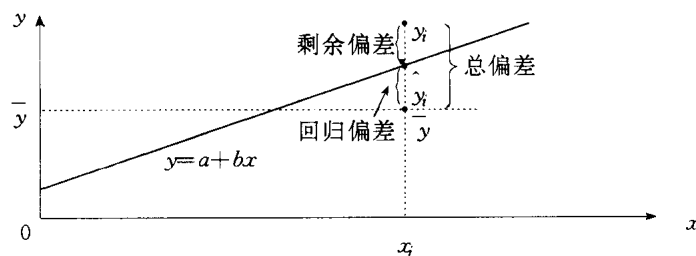


图 2-1 离散点与回归直线的偏差

从图 2-1 看出, 回归偏差平方和在总偏差平方和中所占的份额, 也反映了剩余偏差平方和的相对大小, 即, 反映了各个实际值总体上靠拢回归直线的程度。为此, 将:

$$R = \pm \sqrt{\frac{\text{回归偏差平方和}}{\text{总偏差平方和}}}$$

作为相关系数 (符号取自回归参数 b 的符号)。

相关系数反映了这组实际值接近回归直线的程度, 即, 变量 X 与 Y 线性相关的程度。

R 为正时, 回归直线上升, 当 X 值增大时, Y 值也增大, 表明 Y 与 X 正相关。