

系统工程应用案例集

中国系统工程学会 编



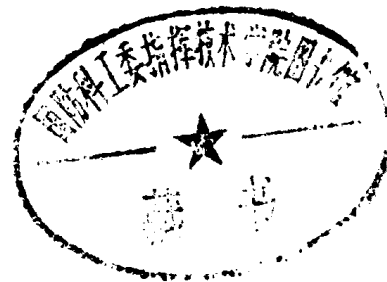
科学出版社



系统工程应用案例集

GF/50/27

中国系统工程学会 编



科学出版社

1988

内 容 简 介

本书介绍了我国近年来在教育、交通、能源、工程设计、农业、矿业、经济、企业管理、军事、环境、大型项目、水资源、生物和医学等方面应用系统工程所取得的可喜成果。涉及到的方法有预测、系统分析、最优化、线性规划、决策、模糊数学、网络、库存论、模拟、控制论、投入产出方法、数学和计量经济、概率统计、价值工程等。它为解决各类实际问题提供了系统工程的基本思路和方法。本书可供系统工程专业工作者、有关专业的研究生、大学生以及各部门有志用系统工程解决实际问题的科技人员和管理干部参考。

系统工程应用案例集

中国系统工程学会 编

责任编辑 李淑兰

科学出版社 出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1988 年 8 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

1988 年 8 月第一次印刷 印张：11 1/4

印数：0001—11,000 字数：258,000

ISBN 7-03-000470-1/TP·22

定价：3.50 元

本书编辑委员会

主 编 许国志

副 主 编 顾基发 于景元

编辑委员 董翰卿 黄学锡 经士仁 朱征桃

前 言

在 70 年代末,我国开始广泛宣传推广系统工程。自那时以来,经过广大系统工程工作者和各有关部门的领导、专家 and 实际工作者的共同努力,在短短几年时间里,已经在不少领域取得了可喜的成果。其中,有的取得了良好的社会效果,有的获得了可观的经济效益,有的兼而有之。在这些成果中,有不少已经通过有关部门正式鉴定,有的在一些报刊杂志上作过介绍。但是,作为报道,一般都很简单,而这些成果的内部报告或篇幅过长,或不便在杂志上发表。为了更好地宣传系统工程在各个领域的应用,使广大读者对系统工程的方法和构模技巧有所了解,我们搜集了一批实际案例汇编成册,以供读者参考。

本书各案例编写的体例大致如下:实际问题的由来,解决问题的思路和模型,主要采用的方法,最后是应用所取得的成果。由于本案例集编写前后准备的时间较长,收到的案例文章较多,因此,所收的文章中涉及到的实际工作有早有晚,而且不同领域的文章也多少不均。作为第一本出版的案例集,篇幅既不宜过长,又要照顾到各个领域和各种不同方法,这就迫使我们有些案例文章只能忍痛割爱。对此,希望得到谅解。

今后我们将继续组织出版这样的案例集,不但在应用领域方面要不断扩大,而且应用的方法也要更多、更新。

由于我们水平所限,在选材和编排等方面难免有不妥之处,欢迎大家提出宝贵意见,以利今后改进。

顾基发 于景元

目 录

前言

教育规划模型及其应用.....	汪应洛 李怀祖 郑叔良 乐伟梁 (1)
多目标决策在教育规划中的应用.....	韩文秀 (11)
城市公共交通系统工程——理论与实践.....	张启人 王毓基 (18)
在公共交通管理中应用计算机模拟的初步探讨.....	车克健 郭绍信 郑承汉 (30)
山西煤炭基地统配矿、地方矿、社队矿合理发展比例探讨.....	乐伟梁 汪应洛 (35)
系统的变参数自适应及其在温控中的应用.....	涂象初 涂承媛 (43)
农业系统优化结构的探讨——百发村农业优化结构的设计与实施.....	
..... 朱志明 王书杰 刘志明 孙成壁 郝汉昆 (49)	
运用系统工程方法解决土地利用总体规划中的问题.....	韩志刚 汤兵勇 (56)
农业资源时空合理开发配置规划——黄淮海平原农村经济系统分析.....	王毓云 (64)
Fuzzy 聚类 and Fuzzy 模型识别在某铝矿区的应用.....	
..... 董根银 张露娜 伍小霞 叶士衡 (74)	
消费市场价格系统的动态预测.....	史若华 王希纯 李正平 (77)
北京市宏观经济计量分析模型.....	郑庭震 卢金涛 张 军 张 彤 (83)
洗衣机开关的价值分析.....	张树彪 田 威 (93)
一个合同管理与货运组车用计算机管理系统.....	费 奇 陈学广 周德坚 (100)
研究国家总兵力规模的数学方法.....	尹业民 兰鲁闽 胡桐清 (112)
天津市大气环境系统分析研究.....	张世英 陶津 姜曼丁 (118)
桂林电厂环境工程系统分析.....	徐国义 申葆诚 (128)
用系统工程方法对上海新港址进行评价和选优.....	王亮尘 王鹤祥 (135)
罚函数法和共轭梯度法在梯级水电站经济调度中的应用.....	段虞荣 邓先礼 杨大地 (143)
大同能源基地水资源系统分析.....	顾基发 舒光复 (154)
应用模糊数学在微电脑中进行冠心病先兆预测.....	李燕杰 张亭林 荣福祥 林中尧 (164)

教育规划模型及其应用

汪应洛 李怀祖 郑叔良 乐伟梁

(西安交通大学)

1982年底,国务院委托教育部、国家计划委员会牵头,组织几十个部委参加制订全国人才规划,其中包括制订全国教育规划。我们参加了这项工作,并应用系统工程方法研究了人才规划模型和教育规划模型。即从整体观点出发研究教育系统,注重系统内部和外部的有机联系,利用描述教育系统的数学模型,模拟真实的教育系统。这样,就可以迅速、方便、经济地得到在不同条件下的系统动态响应。对教育系统进行仿真实验和政策分析,可为决策者提供科学依据。同时,通过模型化和敏感性分析,有助于进一步了解系统的构成及各种特性,深化对系统的认识,以便找到最佳(或比较好的)控制方案。

教育规划模型包括全日制教育规划模型和成人教育规划模型两部分。全日制教育规划模型又包括普通教育部分(小学、初中、普通高中、职业高中、中等师范学校)和专门人才教育部分(大专、本科、研究生)。其功能为:根据全国专门人才需要和补充量,确定各类学校的规模,发展变化情况及学生流状态(招生数、在校生数、毕业生数),进而作出教师需求预测,在同教师拥有量模型、经费模型进行信息交换和反馈后,提供逐年各层次专门人才补充量及普教各级学校进入社会的毕业生,同时作出全国教育发展规划。

制订教育规划的模型有多种类型,从我国的国情出发,我们采用了“开环式”人机对话的仿真模型,有部分子系统采用了优化模型。这样既便于体现决策者的意愿,及时反馈信息,充分发挥人对系统的控制和调整作用,同时又发挥了计算机求解寻优方便和快速的特点。我们根据教育系统的现状和社会的需求,合理安排逐年需要的各个层次学校的毕业生数,然后据此计算教育规模及发展速度。这样就可以突出教育系统与社会需求之间的联系,从而可以比较好地解决专业结构、层次结构及毕业生满足社会需求的问题,同时还能保证教育事业发展的平稳及连续性,避免了人力、物力上的浪费。

现在仅以全日制教育规划模型为例加以说明。

由于教育系统的复杂性,模型只能概略地、有所侧重地描述教育系统的主要方面,计算结果往往是近似的,但不妨碍模型的应用,它的价值在于起到“试验和分析工具”的作用。工程技术系统中,采取一种技术方案前,可以通过试验,分析其优劣。对于教育系统则不同,一项政策或改革措施的利弊,只有在实施若干年后方能显示出来。这时采取改进措施,失之太晚,损失已难于避免。利用教育规划模型,则可弥补这方面的缺陷。对于这种大滞后、长周期的复杂社会系统,在确定一种政策之前,以模型为试验和分析工具,分析比较各种方案,显示其后果,以便作出取舍。

教育规划模型不是代替规划人员制订教育规划,而只是使规划人员摆脱大量繁重的计算工作,并提供传统规划方法难以得出的计算结果,使得规划人员有更多的精力,更科

学的定量依据进行创造性的分析、规划和评价工作。

根据联合国“经济合作与发展组织”(OECD)统计,早在1969年世界各国所拟订并付诸应用的教育规划模型已有122个。联合国教科文组织(UNESCO)所建立的模型,已先后在西班牙、斯里兰卡、卢旺达、肯尼亚及智利等国使用。

本模型建立的出发点是,描述学龄儿童从进入小学一年级开始到离开教育系统为止整个过程的流动状况。具体计算系统中各类学校的各个年级的在册学生数量,在此基础上研究师资队伍及教育经费需要的数量。

一、学生流模型

学生流模型以各年级的学生人数 X_i 为状态变量,并按学年开始的时刻点计值,对于本学年和下学年计值时刻点之间的学生流动状况的描述,则采用一组表征学生变化率的参数,如升级率(p),留级率(r)等。学生流可用如下的状态方程来描述:

$$X_i(t+1) = A_i(t)X_i(t) + B_i(t)X_{i-1}(t) + W_i(t) \quad (*)$$

式中 $X_i(t)$ 为基年学生年级向量。

$$X_i(t) = [X_{i1}(t) \cdot X_{i2}(t) \cdots X_{in}(t)]^T$$

其中, $X_{ig}(t)$ ($g = 1, 2, \cdots, n$, 表示各类学校中的一个年级),指 t 年度开学时统计的 g 年级学生人数。现取 $n = 21$, $g = 1, 2, \cdots, 6$ 代表小学一年级到六年级, $g = 7, 8, \cdots, 12$ 代表中学的初一到高三, $g = 13, 14, \cdots, 17$ 代表大学的一年级到五年级, $g = 18, 19$ 代表硕士研究生, $g = 20, 21$ 代表博士研究生。

$A_i(t)$ 为升留级矩阵,描述 t 到 $t+1$ 年度之间系统内部的学生流动情况。 $A_i(t)$ 矩阵的含义可参阅图1。

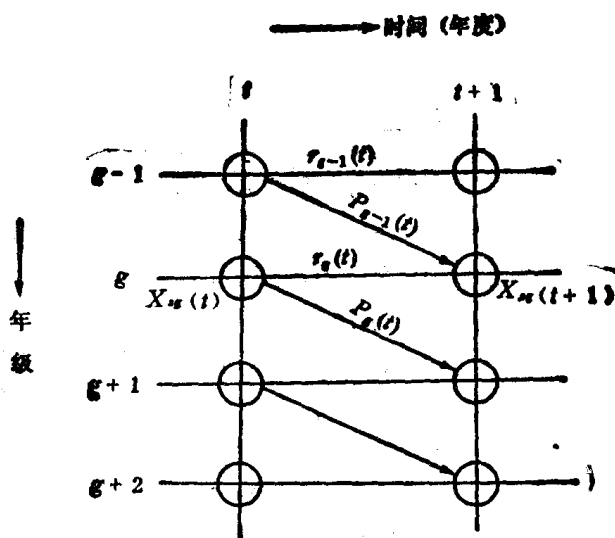


图 1

图1显示出各类学校中状态变量和各参数之间的关系, $t+1$ 年度 g 年级的学生数量 $X_{ig}(t+1)$ 等于 t 年度 g 年级学生留级数量加上 t 年度 $g-1$ 年级学生的升级数量。 $p_g(t)$ ($g = 1, 2, \cdots, n-1$) 为升级率,指除去病退、死亡、留级等人数而能升级的比率。

如今 c_i 为学年过渡系数。 $i = I$ 表示小学五年级学生中五年制的学生所占比重, $i = II$ 表示高中二年级中五年制学生所占比重, $i = III$ 表示大学四年级学生中四年制学生所占比重。 λ_i 为升学率。 $i = I, II, III$ 各表示小学升初中,初中升高中,高中升大学的情况。

$$A_s(z) = \begin{bmatrix} r_1(z) & & & & \\ p_1(z)r_2(z) & & & & \\ p_2(z)r_3(z) & & & & \\ p_3(z)r_4(z) & & & & \\ p_4(z)r_5(z) & & & & \\ (1 - z_1)p_5(z)r_6(z) & & & & \\ C_{11}p_6(z)\lambda_{11}p_7(z)r_7(z) & & & & 0 \\ p_7(z)r_8(z) & & & & \\ p_8(z)r_9(z) & & & & \\ p_9(z)r_{10}(z) & & & & \\ p_{10}(z)r_{11}(z) & & & & \\ (1 - z_{11})p_{11}(z)r_{12}(z) & & & & \\ C_{111}p_{11}(z)\lambda_{111}p_{12}(z)r_{12}(z) & & & & \\ p_{12}(z)r_{13}(z) & & & & \\ p_{13}(z)r_{14}(z) & & & & \\ p_{14}(z)r_{15}(z) & & & & \\ p_{15}(z)r_{16}(z) & & & & \\ (1 - C_{111})p_{16}(z)r_{17}(z) & & & & \\ C_{1111}p_{16}(z)\lambda_{1111}p_{17}(z)r_{17}(z) & & & & \\ p_{17}(z)r_{18}(z) & & & & \\ p_{18}(z)r_{19}(z) & & & & \\ p_{19}(z)r_{20}(z) & & & & \\ p_{20}(z)r_{21}(z) & & & & \end{bmatrix}$$
$$X(t+1) = [X_0(t+1)X_1(t+1)\cdots X_m(t+1)]^T$$
$$B_s(t) = \begin{bmatrix} b_{11}(t) & b_{12}(t) \cdots b_{1m}(t) \\ 0 \end{bmatrix}_{N \times M} \lambda_s$$

在以上各式的基础上,可以计算出各种有关学生状况的指标。包括:

- (3) 在校学生数 $X_{i,j}(t)$, $j = \text{I, II, III, IV, V}$, 相应地表示小学、初中、高中、大学和研究生的在校人数。

二、教师流模型

1. 教师需要量计算

根据学生状态向量及各年级的师生比,可以预测教师的需要量。

$$X_{DT}(t) = G_{Tt}(t) X_s(t)$$

式中 G_{Tt} 表示师生比。

$$G_{Tt} = \begin{bmatrix} g_{1,1} & g_{1,2} & \cdots & g_{1,n} \\ g_{11,1} & g_{11,2} & \cdots & g_{11,n} \\ g_{111,1} & g_{111,2} & \cdots & g_{111,n} \\ g_{111,1} & g_{111,2} & \cdots & g_{111,n} \end{bmatrix}$$

其中 g 代表各年级的师生比。

2. 教师状态方程

教师队伍的实际状态,由于逐年有补充、调动、退休、死亡等情况,可以用如下状态方程来描述:

$$X_T(t+1) = A_T(t) X_t(t) + X_{T\phi}(t+1) + W_T(t+1)$$

式中

$X_T(t)$ 为 t 年度的教师状态向量,即

$$X_T(t) = [X_{TI}(t) X_{TII}(t) X_{TIII}(t) X_{TIV}(t)]^T$$

其中注脚 I, II, III, IV 分别为小学、中学、大学、研究生的教师数。当需要深入研究教师结构时,可以分得更细,如大学教师分成助教、讲师、副教授和教授等。

$A_T(t)$ 为教师的升留矩阵,即

$$A_T(t) = \begin{bmatrix} r_{TI}(t) & d_{TII}(t) & 0 & 0 \\ p_{TI}(t) & r_{TII}(t) & d_{TIII}(t) & 0 \\ 0 & p_{TII}(t) & r_{TIII}(t) & d_{TIV}(t) \\ 0 & 0 & p_{TIII}(t) & r_{TIV}(t) \end{bmatrix}$$

其中, r 代表留存率,考虑了退休、调动、死亡等因素; p 代表从各级学校晋升到上一级学校任教的比率; d 代表降到下一级学校任教的比率。

$X_{T\phi}(t+1)$ 代表从毕业生中分配当教师的向量:

$$X_{T\phi}(t+1) = [X_{T\phi I}(t+1) X_{T\phi II}(t+1) X_{T\phi III}(t+1) X_{T\phi IV}(t+1)]^T$$

$W_T(t+1)$ 为各种意外扰动向量,如迁移、天灾、大的政策波动所引起的变化。

教师流的结构图如图 2 所示。根据学生数量算出的教师需要量和根据状态方程算出的教师拥有量之间,总是存在差额。毕业生分配当教师的人数 $X_{T\phi}(t+1)$ 为决策变量。决策部门按差额来确定合理的分配方案,使需要量与拥有量之间保持平衡。

利用教师流模型不仅可以定量计算和预测教师需要量和拥有量,为毕业生分配当教师的方案提供决策依据。而且,可以利用这个模型对教师的合理结构进行分析,对师资队伍的发展战略进行探讨。

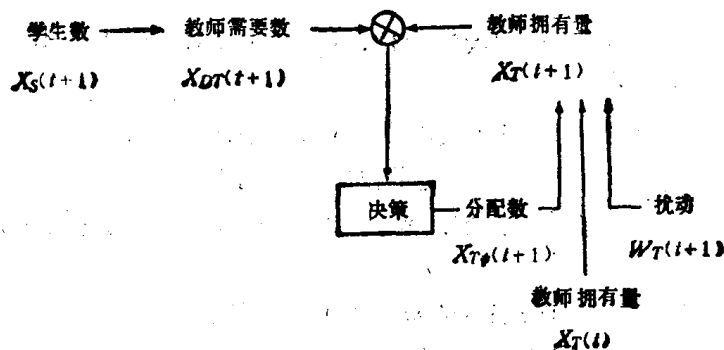


图 2

三、经费模型

教育经费一般包括基本建设投资和经常性教育费两部分。现以高等教育经费为例，分别建立高教基建投资模型和高教教育经常费模型。

1. 高教基建投资模型

高等学校的校舍分为教育行政用房、学生宿舍、教职工宿舍及其它用房四类。分别建立模型如下：

$$(1) \quad B_l^i(t) = R_l^i(t) \cdot \sum_{j=1}^{83} \{ [S^l(t, D^l(j))] \cdot \sum_{m=1}^4 \alpha_m^l \cdot N_{m,l}^i(t) \} \cdot RP_l^i$$

式中 $l = 3$ 。

$$(2) \quad B_l^i(t) = R_l^i(t) \cdot \sum_{m=1}^5 S^3(t, m) NT_l^m(t) + SR_l^i(t)$$

$$BR_l^i(t) = BR_l^i(t-1)(1 - RD_l^i) + R_l^i(t) \cdot \sum_{m=1}^5 S^3(t, m) \cdot NR_l^m(t)$$

$$(3) \quad B_l^i(t) = \max[B_l^i(t-1), B_l^i(t)]$$

$$(4) \quad C_l^i(t) = [B_l^i(t) - B_l^i(t-1) \cdot (1 - RB)] \cdot CP_l^i$$

式中 $l = 1 \sim 4$ 。

$$C_l^i(t) = CP_l^i [B_l^i(t) - B_l^i(t-1)]$$

变量及符号说明如下：

l ——取值 1~5，分别表示前述的四项校舍和土地。

i ——学校类，取值 1~12 时表示重点大学中的综合、理工、农、林、医、师范、外语、政法、财经、体育、艺术和民族等 12 类院校；取值 13~24, 25~36, 37~48 则分别表示一般本科、高等专科及中专的 12 类院校。

t ——第 t 年。

$B_l^i(t)$ ——第 l 类校舍拥有的面积， $t = 1$ 为输入的基年数，其余为内生变量。

$S^l(t, j)$ ——第 l 类校舍的第 j 种标准。

$D^l(j)$ ——第 j 类人员对第 l 类校舍应取 $D^l(j)$ 个标准值，即取 $S^l[t, D^l(j)]$ ， $D^l(j)$

为整数变量。

$N_{m,i}^l(t)$ ——第 i 专业第 m 层次学生数, $i = 1 \sim 83$, 表示专业类; $m = 1 \sim 4$, 顺次表示研究生、本科生、大专生和中专生。

α_m^l ——第 l 类校舍标准对第 m 层次学生应给的比例系数。

Rp_i^l ——第 l 类校舍标准对第 i 类学校应给的比例系数。

$NT_i^m(t)$ ——第 m 类教职工人数, $m = 1 \sim 5$, 顺次表示教授、副教授、讲师、助教和职工。

$NR_i^m(t)$ ——在第 t 年中新退休的 m 类教职工人数。

$BR_i(t)$ ——退休人员用的住宅面积。

$R_i^l(t)$ ——第 l 类校舍面积满足率, 即实有数与按当前标准应有数的比值。

RD ——退休人员平均死亡率。

CP^l ——第 l 类校舍每平方米造价或每亩购价(土地)。

$C_i^l(t)$ ——第 $t-1$ 年对第 l 类校舍的基建投资。

RB ——校舍的年报废率。

此外, 基建投资中还包括大型贵重仪器设备费投资, 将在教育经费模型中计算。

利用这个模型, 可以计算各类校舍及土地面积拥有量, 并计算高校及中专校舍的基建投资。

2. 高教教育经常费模型

利用这个模型可以计算高校(中专)逐年所需的经常费, 经常费分为教职工工资(包括基本工资、补助工资、福利费和差额补助)、退休人员费用、奖学金、助学金、办公费、设备购置费和修缮费等项; 以及各类学校逐年设备拥有金额及大型贵重仪器设备费。数学模型表达如下:

$$(1) ST_m(t) = ST_m(t-1)[1 + \alpha_1(t)]$$

$$x_i^1(t) = \sum_m ST_m(t) \cdot NT_i^m(t)$$

$$(2) SR_m(t) = SR_m(t-1) \cdot [1 + \alpha_1(t)]$$

$$x_i^2(t) = x_i^2(t-1)(1 - RD) + \sum_m SR_m(t) \cdot NR_i^m(t)$$

$$(3) x_i^3(t) = \sum_{j=1}^{83} \sum_{m=1}^4 SS[t, DS(i, m, j)] \cdot N_{m,i}^l(t)$$

$$(4) SF(t, n) = SF(t-1, n) \cdot [1 + \alpha_1(t)]$$

$$x_i^4(t) = RF_i \sum_{j=1}^{83} \sum_{m=1}^4 \beta_m \cdot SF[t, DF(j)] \cdot N_{m,i}^l(t)$$

$$(5) SE(t, n) = SE(t-1, n) \cdot [1 + \alpha_2(t)]$$

$$E_i(t) = \max \left\{ E_i(t-1) \cdot (1 - RC) RE_i, \sum_{j=1}^{83} \sum_{m=1}^4 r_m SE[t, DE(j)] N_{m,i}^l(t) \right\}$$

$$\Delta E_i(t) = E_i(t) - E_i(t-1)$$

$$x_i^5(t) = U_i(t) \cdot (1 - RBE_i) \cdot \Delta E_i(t)$$

$$C_i^*(t) = U_i(t) \cdot \Delta E_i(t) - x_i^*(t)$$

$$(6) x_i^0(t) = CB[B_i(t-1) + B_i(t-1) + B_i^*(t-1)] + CE \cdot E_i(t-1)$$

变量及符号说明如下:

i ——学校类。

t ——时间。

$NT_m^*(t)$, $NR_m^*(t)$, $N_{m,i}^*(t)$, B_i^* 的含义均与基建模型的相同。

$ST_m(t)$ ——第 m 类教职工人年工资收入, $t=1$ 为输入的基年值(计算初始值)。

$\alpha_1(t)$ ——人年工资收入比上年增长率。

$x_i^*(t)$ ——第 n 项经常费, $n=1 \sim 6$ 为前述的大项。

$SR_m(t)$ ——在第 t 年中退休的第 m 类教职工人年退休金。

$SS(t, n)$ ——学生奖学金、助学金的第 n 种标准值。

$DS(i, m, j)$ ——第 m 层次第 j 专业学生的奖学金、助学金应取第 $DS(i, m, j)$ 种标准值。

$SF(t, n)$ ——办公费的第 n 种标准值。

$\alpha_2(t)$ ——(学)生(平)均办公费标准比上年增长率。

$DF(j)$ ——第 j 专业学生生均(学生平均)办公费应取第 $DF(j)$ 种标准。

β_m ——办公费生均标准对第 m 层次学生应给的比例系数。

RF_i ——办公费生均标准对第 i 类学校应给的比例系数。

$E_i(t)$ ——设备拥有金额。

$SE(t, n)$ ——生均设备拥有金额的第 n 种标准值。

$DE(j)$ ——第 j 专业学生生均设备拥有金额应取第 $DE(j)$ 种标准。

$\alpha_3(t)$ ——生均设备拥有金额标准比上年增长率。

r_m ——生均设备拥有金额对第 m 层次学生应给的比例系数。

RE_i ——生均设备拥有金额对第 i 类学生应给的比例系数。

RC ——设备平均年损耗率。

$\Delta E_i(t)$ ——第 t 年应购进设备金额。

$U_i(t)$ ——应购进设备金额中要由经常费和基建费支付的比例(这是考虑在高校的购置设备的金额中,有一部分是由科研费、自收资金等支付的)。

RBE_i ——设备拥有金额中大型贵重仪器设备所占比例。

CB ——每平方米校舍年修缮费用。

CE ——每元钱设备年修缮费用。

四、教育规划模型总体结构

在上述学生流、教师流和教育经费模型的基础上,就可以连同国民经济平衡模型,劳动力需求模型等构成教育规划模型,其结构图如图 3 所示。

这种教育规划模型可以是闭环型决策模型。决策机构根据国民经济所需各级劳动力数量和可能提供的年度教育经费,以及由教育经费模型算出的经费需要额,进行比较,作出决策,控制升学率,确定教育事业规模和费用定额水准。然后,又通过学生流模型、教师

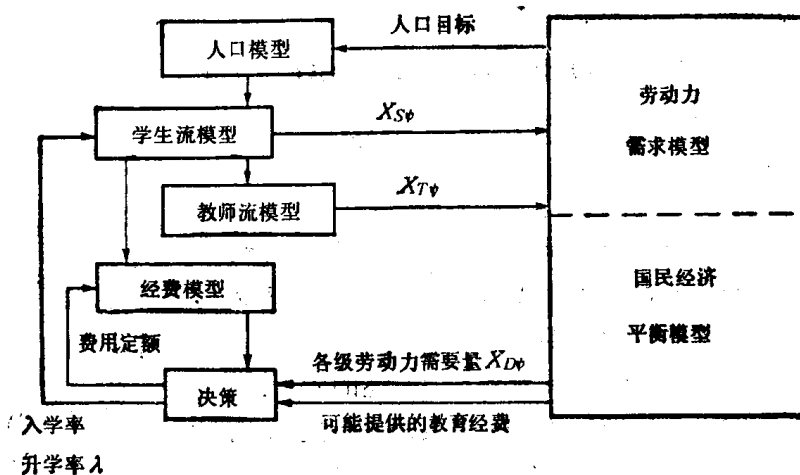


图 3

流模型、教育经费模型等再次进行计算,再决策,周而复始。如果所采取的决策过程是收敛的,那么就找到了合适的方案,如果在决策过程中引进了目标函数,那就导出了最优决策问题。但也可以采用“开环式”人机对话仿真模型。

五、教育规划模型的应用

本模型主要应用于预测和政策分析。

1. 预测

上述模型已用 FORTRAN77 语言编制了计算机程序。输入参数数据后,计算机就可以输出一组有关教育事业各项指标的长期预测结果。例如,逐年的各层次学校各年级学生数量、在校学生总数、毕业生人数、入学人数;逐年各层次学校教师需要量、拥有量;逐年各层次学校教育经费需要量,基本建设投资需要量等。

例如,学龄儿童人口数,据预测是逐年下降的发展趋势,那么,小学、中学学生人数是否也具有同样的下降趋势?图4给出中、小学在校学生数的预测结果,对此作出了具体的回答:小学生数量近年内仍要增加,1983~1985年间出现的高峰比1978年增长约3%,而中学生人数增长的持续期更长,高峰出现在1989~1991年之间,比1978年增长约30%。

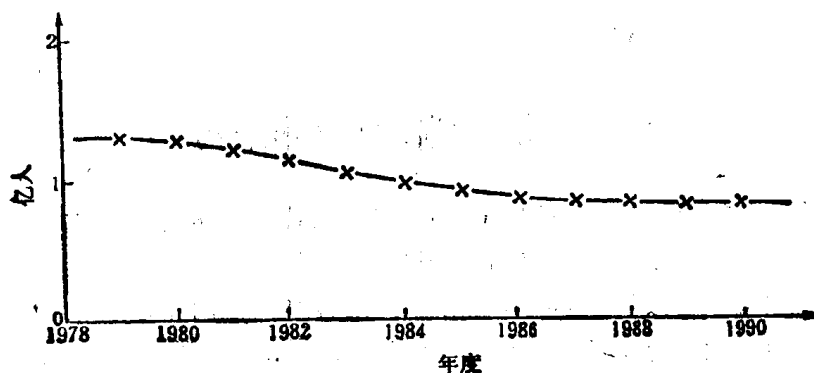


图 4

利用数学模型和电子计算机进行预测有下述优点:

(1) 使制订规划的人员摆脱繁重的计算工作,有更多的精力从事调查研究、分析和思考。

(2) 预测结果比较精确。数学模型按年级预测学生数,在几十年内逐年地推算,这在手算的条件下,是难以做到的。

(3) 由于计算迅速,有可能进行多种方案预测,并对各种方案实施的后果进行预测,为决策部门提供科学依据。

2. 政策分析

利用教育规划模型,可以对各种教育政策进行定性和定量相结合的分析,起到“试验工具”的作用,为决策人员提供咨询意见。

以研究小学、初中教育的普及率为例。如设定一种普及方案,1985年小学普及率提高到95%,1990年初中普及率提高到95%。这一方案对中、小学生在校人数的影响见图5曲线II,和现在的普及水平(见曲线I)比较起来,两者的发展趋势是一致的,但小学生在校人数的高峰要比曲线I增加约4%,中学生在校人数的高峰值要增加约30%。教师、经费及投资数量也需要相应增加。此外,还可以提出许多普及率方案,对于每一种方案,计算机输出一组相应的结果。决策部门分析比较各种方案的后果,从中选择一种比较满意可行的方案。可见,教育规划模型可以起到“试验”和“分析”的作用,只要有方案输入,便得出一组反映方案后果的数据。

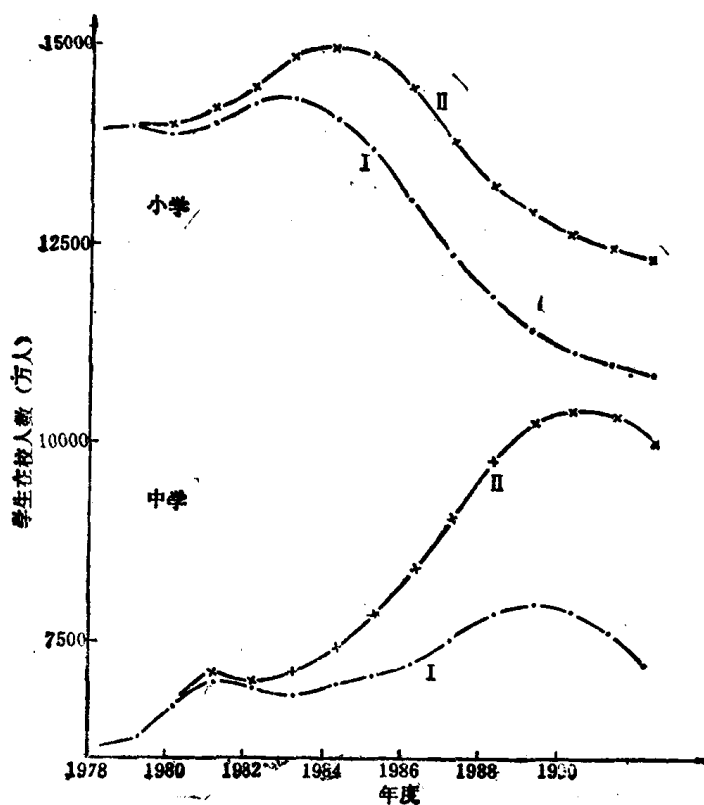


图 5

在政策分析过程中,决策分析人员往往采用与数学模型“对话”的方式。首先,通过数学模型计算与预测现行政策的后果,然后,由决策人员提出改进方案,再进行预测,发现问题,重新提出改进。这样反复进行,直至决策人员满意为止。

利用本规划模型的一部分,可以就某个专题进行分析,如探讨高等学校教师队伍结构,研究教师补充、晋升和退休的制度。这时,教师流模型的基本内容不变,但向量和矩阵的维数和系数都要作适当处理。也可以将国民经济平衡模型和本规划模型联系起来,研究一些更广泛的专题,如合理的教育经费及基本投资问题,就业问题和调整中等教育结构问题等。

参 考 文 献

- [1] 维豪温著,西安交通大学管理工程系译,企事业人才规划技术——方法与应用,高等教育出版社,1984.
- [2] Verhoeven, C. J., Techniques in Corporate Manpower Planning——Methods and Applications (Dutch), Eindhoven Univ. of Technology, 1982.
- [3] Clough, D. J., Lewis, C. C. and Oliver A. L., Manpower Planning Models, New York, North-Holland 1977.
- [4] Bartholomew, D. J. and Forber, A. F., Statistical Techniques for Manpower Planning, Chichester, Eng., John Wiley, 1979.

多目标决策在教育规划中的应用

韩文秀

(天津大学)

一、前言

教育系统是与社会、政治、经济、人口等因素有关的复杂大系统。在教育事业的发展中,教育的发展速度可以有高、中、低几种方案,教育与经济的协调关系,教育系统内部各系统之间的协调关系,也有很多方案可供选择。究竟选择什么方案,这就存在一个决策问题。当只需要考察一个目标即可作出决策时,可应用单目标最优化的种种方法来寻求最优方案。在现实生活中作决策时,往往需要同时考察很多目标。例如设计一个新产品,往往希望优质、高效、低消耗、低污染,对于教育系统就更复杂,需考察的目标就更多。教育系统是培养人才的系统,对其人才培养首先应从数量和质量两方面进行考察,就其数量而言,根据不同等级不同类型的学校又各有不同的目标:如入学率、升学率、各科比例、各科毕业生人数、各级技术人力等。就其质量而言,应从智力、知识、能力、素质等方面进行考察,此外,为了进行成本效益分析,还应考察教育的费用,因此这是一个多目标的决策问题。而这些考察的目标中,有些仅是定性的指标,有些目标则相互矛盾,致使决策者难以判断方案的优劣,因而多目标最优化问题也就大大复杂了起来。

二、多目标最优化方法

在研究单目标最优化问题时,对任意两个解,只要比较它们相应的目标值,就能比较出优劣,但在多目标情况下,问题就复杂多了,例如,需要同时考察两个目标 f_1 和 f_2 ,希望这两个目标都是越大越好。图1中设有五个解的方案,我们首先比较方案①与②,对于目标 f_1 :①比②优,对于目标 f_2 :②比①优,故方案①与②难以判断优劣,但由图1可见,方案③,④都比①,②优,故①,②称为劣解,舍去;③,④,⑤称为非劣解,多目标决策的任务就是从非劣解集中选取一个满意的解作为最后结果。

假设在教育系统中,需要同时考察 m 个目标: $f_1(X), f_2(X), \dots, f_m(X)$,希望这 m 个目标都是越大越好,在不考虑其它目标时,记第 i 个目标的最优值为

$$f_i^* = \max_{X \in R} f_i(X)$$

式中

$$R = \{X / G(X) \geq 0\}$$

$$G(X) = [g_1(X), g_2(X), \dots, g_l(X)]^T$$

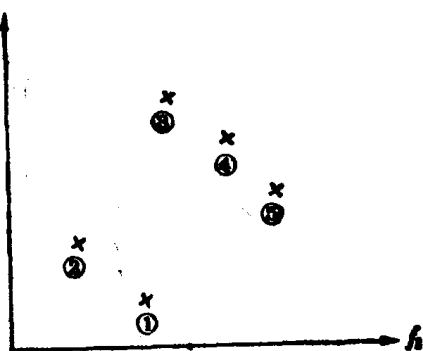


图 1