

# 基于动态规划生产与存储问题的研究

张小粉, 孙艳萍, 金莹

(咸阳职业技术学院机电工程系, 陕西 咸阳 712046)

**摘要:** 在生产和经营管理中, 经常遇到要合理安排生产与库存的问题, 降低成本费用。本文以动态规划中生产与存储问题为研究对象。首先, 论述了动态规划的基本思想和解题步骤; 其次, 根据企业生产情况建立模型, 并用动态规划方法对模型进行求解; 最后, 运用Delphi软件实现算法的计算并运用实例对程序进行验证。

**关键词:** 动态规划; 生产与库存; 总费用最小

**中图分类号:** F713.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 94047-(2013)03-035-03

## 0 引言

生产存储问题是企业生产活动中经常遇到的问题。大批量生产可以降低成本, 但当产量大于销量时就会造成产品积压而增加库存费用。因此合理利用存贮资源调节产量, 满足需求十分必要。20世纪50年代美国数学家贝尔曼(R. Bellman)等人在研究多阶段决策问题的优化时, 提出了著名的最优化原理, 把多阶段问题转化为一系列的单阶段问题, 逐个求解。与此同时, 创建了解决最优化问题的一种新方法——动态规划。

本文以动态规划中生产与存储问题为研究对象, 根据公司的生产特点建立模型, 并用动态规划方法对模型进行求解, 得出最优生产决策。最后, 运用Delphi软件实现算法的计算并运用实例对程序进行验证。

## 1 动态规划的原理

动态规划是运筹学的一个分支, 是求解多阶段决策过程的最优化数学方法。一个多阶段决策过程最优化问题的动态规划模型通常包括以下几个阶段:

(1) 阶段: 是对整个过程的自然划分, 阶段变量一般用  $k = 1, 2, \dots, n$  表示。

(2) 状态: 研究问题所处的初始状态, 用  $x(k)$  表示第  $k$  阶段的状态变量,  $n$  个阶段的决策过程

有  $n + 1$  个状态变量,  $x(n+1)$  是  $x(n)$  演变结果。

(3) 决策: 当一个阶段的状态确定后, 可以做出各种选择从而演变到下一阶段的某个状态。用  $u_k(x(k))$  表示第  $k$  阶段处于状态。

(4) 策略: 决策组成的系列称为策略。由初始状态  $x(1)$  开始的全过程的策略  $P_{1n}(x(1))$ ,  $P_{1n}(x(1)) = u_1(x(1)), u_2(x(2)), \dots, u_n(x(n))$ , 由第  $k$  阶段的状态  $x(k)$  开始到终止状态的后部子过程的策略  $P_{kn}(x(k))$ ,  $P_{kn}(x(k)) = u_1(x(k)), \dots, u_n(x(n))$ ,  $k = 2, \dots, n-1$

(5) 状态转移方法: 是确定过程由一个状态到另一个状态的演变过程。一旦某阶段的状态和决策为已知, 下阶段的状态完全可以确定。用状态转移方程表示:

$$x(k+1) = T(x(k), u_k(x(k))), k = 1, 2, \dots, n$$

(6) 过程指标函数: 是衡量过程优劣的数量指标, 它是关于策略的数量函数, 从阶段  $k$  到阶段  $n$  的指标函数,  $v_k = v_k(x(k), P_{kn}(x(k)))$ 。

(7) 最优指标的函数: 过程指标函数的最优值称为最优指标的函数, 用  $f(x(k))$  表示。

$$f(x(k)) = \text{opt} v_k(x(k), P_{kn}(x(k))), k = 1, 2, \dots, n$$

可以根据具体问题取max或min。

## 2 动态规划在生产存储中的运用

### 2.1 生产存储的实例

收稿日期: 2013-02-30

基金项目: 咸阳市2012年科学技术研究发展计划项目(编号: 2012k16-04)

作者简介: 张小粉(1977—), 女, 陕西渭南人, 硕士, 助教, 研究方向为机械制造及CAD/CMA辅助设计。

设某企业要对一种产品制定今后六个时期的生产计划, 据估计在今后1~6个时期内, 市场对于该产品的需求量分别为4、2、3、4、2、4。假定产品的固定成本4千元, 生产成本2千元; 每时期最大产量为6, 未售出的产品存储费1千元; 初始库存量和末期的库存量为0。问该厂如何安排各

个时期的生产与库存, 才能使总成本费用最小。

## 2.2 总成本费用最小求解

2.2.1 按市场需求量组织生产 按市场需求量组织生产, 即生产量等于销售量, 无库存量, 其成本费用为表1所示。

表1按需求生产费用

时期	需求量	时期产量	时期末库存量	库存费用	生产费用
单位	吨	吨	吨	千元	千元
1	4	4	0	0	12
2	2	2	0	0	8
3	3	3	0	0	10
4	4	4	0	0	12
5	2	2	0	0	8
6	4	4	0	0	12
合计	19	19	0	0	62
总成本				62 千元	

表2优化组织后的生产费用

时期	需求量	时期产量	时期末库存量	库存费用	生产费用
单位	吨	吨	吨	千元	千元
1	4	6	2	2	16
2	2	0	0	0	0
3	3	3	0	0	10
4	4	6	2	2	16
5	2	0	0	0	0
6	4	4	0	0	12
合计	19	19	19	4	54
总成本				58 千元	

## 2.2.2 采用动态规划的方法优化组织生产

### 2.2.2.1 构造动态规划模型

(1) 阶段变量  $k$ : 把每个月作为一个阶段  $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ,

(2) 状态变量  $x_k$ , 选择每个阶段的库存量为状态变量  $x_k$ , 可满足无后效性, 由已知条件可知:  $x_1 = x_7 = 0$ , 单位为台。

(3) 决策变量  $u_k$ : 设每个阶段的生产量为决策变量  $u_k$ , 由已知条件得  $0 \leq u_k \leq 6$ 。

(4) 状态转移方程:  $x_{k+1} = x_k + u_k - d_k$ , 其中  $d_k$  是第  $k$  阶段的市场需求量。

(5) 阶段指标  $v_k$ : 第  $k$  阶段的指标费用:

$$v_k(x_k, u_k) = 0.1^{x_k} + 0.6^{u_k}, \text{ 每台为万元。}$$

2.2.2.2 建立基本方程并求解 设最优值函数  $f_k(x_k)$  是从第  $k$  阶段的  $x_k$  状态出发到过程终结的最小费用,  $f_k(x_k) = \min[V_k$

$$(u_k, x_k) + f_{k+1}(x_{k+1})] \quad (k = 6, 5, 4, 3, 2, 1)$$

,  $f_7(x_7) = 0$  按动态规划方法的逆序手工求解上述方程, 得:  $x_6 = 4, x_5 = 0, x_4 = 6, x_3 = 3, x_2 = 0, x_1 = 6$  采用动态规划的方法进行优化后组织生产所需的费用如表2所示。

由以上两种方法可以看出, 采用动态规划对生产与存储问题进优化, 既满足了市场的需求, 又可以降低企业的费用, 提高企业的经济效益。

### 2.3 算法程序的实现

上述两种方法均采用手工求解, 过程复杂, 且易出错, 下面用采用 Delphi 软件计算该实例。在图3.1所示的程序界面对话框中, 输入总的时期数6, 固定成本4, 最大生产能力6, 单击“确定”按钮; 再输入各时期单位产品成本2, 存储费1和各时期产品需求量, 确定各个参数输入正确后单击“确定”按钮。

在图1中, 单击“计算”按钮, 计算结果如图2所示。

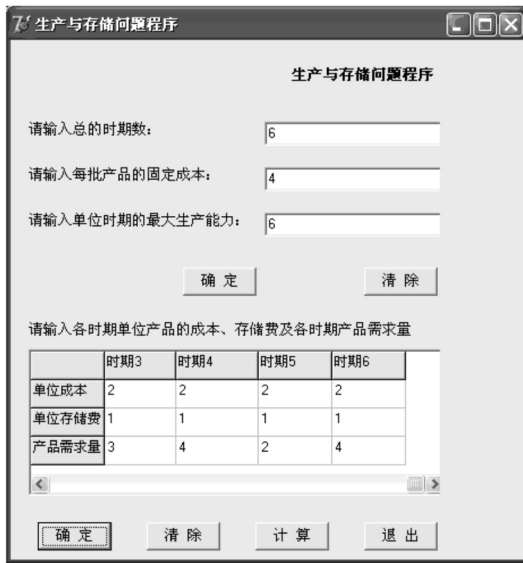


图1生产与存储程序输入窗体



图2用程序验证动态规划在生产与存储问题的计算结果

### 3 结论

本文主要研究企业在生产与存储中成本费用最小的问题，引用实例，得出采用动态规划方法对生产与存储问题进行优化，得到最佳的生产策略，降低其成本费用。动态规划方法求解过程复杂，而且阶段之间是相互联系，只要一步算错就得不到最优结果。因此，本文应用Delphi软件快速、准确实现了该算法。为企业制定了最优的生产决策方案，提高了企业的经济效益。

### 参 考 文 献

- [1] 王军祥.动态规划算法原理及应用研究[J]. 开发研究与技术设计, 2006, 30 (1): 150-151.
- [2] 程 鹏. 生产库存中动态规划模型的应用[J]. 财经界, 2006(12), 85-88.
- [3] 吴明鑫. 动态规划模型在生产存贮中的应用[J]. 陕西科技大学学报, 2003, 21(5): 29-31.
- [4] 运筹学教材编写组. 修订版[M]. 运筹学.北京: 清华大学出版社, 2002.

(责任编辑、校对: 王军利)

## Study of the Production and Inventory Problems Based on Dynamic Programming Method

ZHANG Xiao-fen, SUN Yan-ping, JIN Ying

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Xianyang Vocational & Technical College, Xianyang Shaanxi 712046)

**Abstract:** Reasonable arrangement of production and inventory is often needed to meet the needs of cost reduction in the production and management. This paper, setting the production and inventory problems with the dynamic programming as the study object, discusses basic ideology and calculating steps of dynamic programming at the first place, secondly establishes the model according to the production condition of enterprises, solved by dynamic programming method, and finally, realizes algorithm by Delphi software through example verification.

**Key words:** Pdynamic programming; production and inventory; minimized total cost