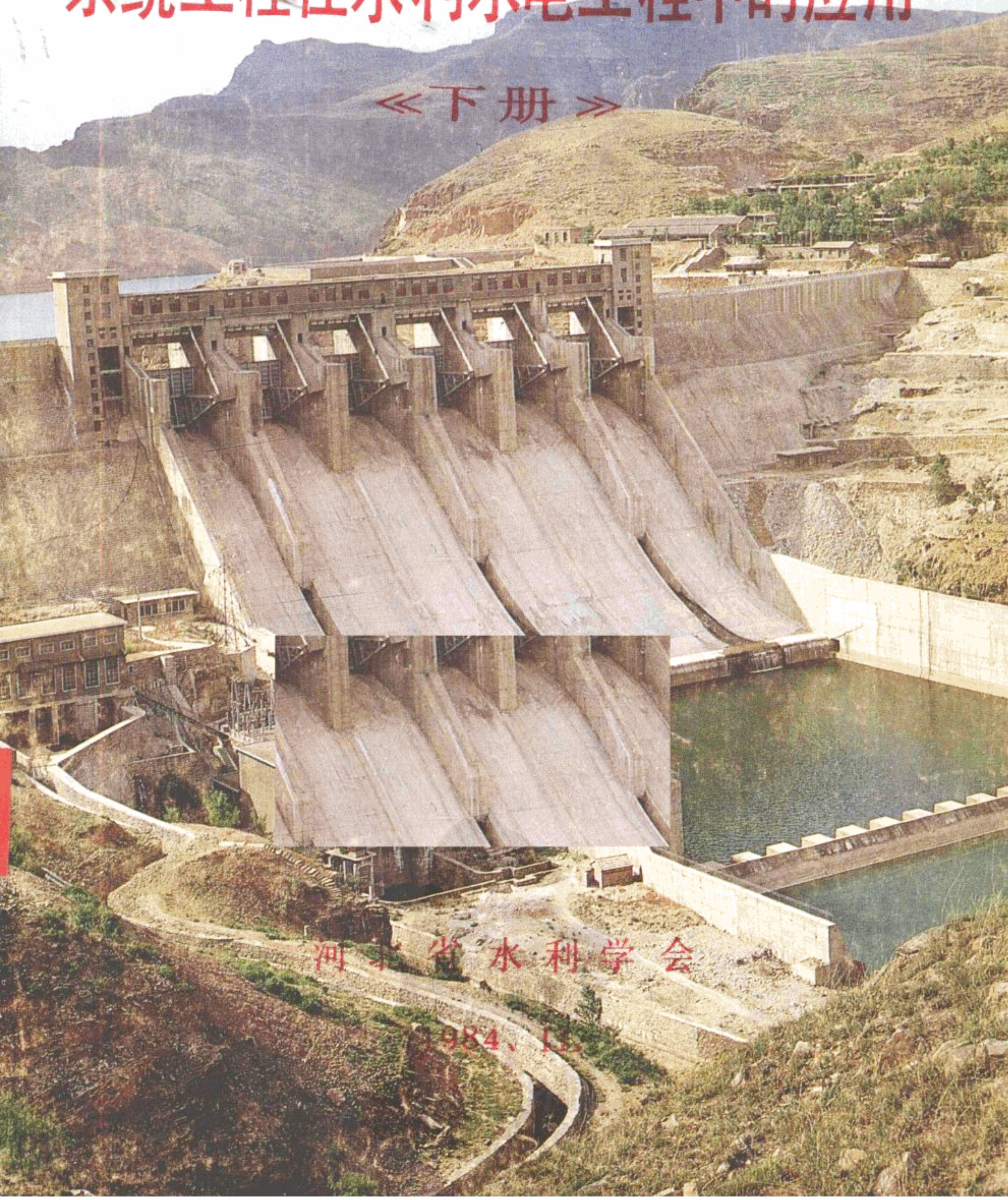
系统工程在水利水电工程中的应用



《下册》

河北省水利学会

1984、11.

系 统 工 程

在水利水电工程中的应用

（下 册）

张鸿茂 主编

张金轩 张玉田 徐兴中
张连洲 刘新娟 周光春 编写

刘宗耀 审订

河北省水利学会

中国水利学会施工专业委员会系统工程学组

《系统工程在水利水电工程中的应用》

（下　册）

目　　录

第十章　存储论

第一节　存储论的基本概念

一、存储问题的提出

在现实的许多系统中，存在着供与需的配合问题。例如水电站在雨季到来之前，水库应蓄水多少？这个问题就存在一个矛盾，就发电的需求量来说，当然蓄水以多为好。就安全来说，如果雨季降雨量大，则必须考虑弃水，使水库蓄水量减少。否则，洪水到来时，库水位猛涨，溢洪道渲泄不及，会使水坝坍塌，除了电站被破坏，还会给下游造成巨大的损失。假设只考虑安全，可提前把水库放空。但当雨季降雨量少时，就会造成水库蓄水量不足，使发电量减少。因此，合理地调节水库的蓄水量对国民经济有重大意义。如1981年第一季度，由于我国各地水电站调度合理，比计划多发电14亿度，相当节约用煤80万吨。又如，工地每天都需要机具、物料、另件等，但机具、物料、另件等却是分批进货，这就需要通过仓库存储一定数量的机具、物料、另件等以满足工地每天的需要。工地加工厂为了有节奏地均衡进行生产，从原料开始到中间产品，以至最后的成品都要进行存储。由此可见，与存储量有关的问题，一般都需要通过“存储”方式来调节物资的供需之间的不均衡。这里所谓需要存储的“物资”或“物料”是广义的，它可以是设备、另件、商品、材料，也可以是水库里的水……。

因此，上述这些问题都引起人们对于如何合理地进行存储决策的重视。做为管理科学的一个重要组成部分，它目前已被广泛应用于各领域。在我国工业企业拥有的资金和物资有限的情况下，合理地进行存储决策和有效的存储控制，常能获得调节供需的最佳效果，从而达到充分发挥有限资源的作用，获得更多利润的目的。

二、存储论的内容和研究的途径

研究存储问题，主要是正确地处理“供应”、库存和需求之间的关系，即其主要的研究目的是要确定有关的存储量的最佳策略。一般地来讲，存储量因需求而减少，因补充而增加。然而，最佳策略的确定是以费用分析为基础的，通过费用分析建立适当的数学模型，寻求最佳的存储决策，保证在满足要求的条件下，使相应问题中考虑的各项费用总和为最小。此外，在需求（或补充、供应）为随机的情况下，有时也可以用“缺货概率”做为评价的指标。

存储问题经过长期研究已得出一些行之有效的模型，它大体上可分为两类：一类叫确定性模型，即模型中的数据皆为确定的数值；另一类为随机性模型，即模型中含有随机变量。本章将针对上述各类型的问题，分别结合费用分析，研究它们的存储模型及优化方法

第二节　确定性存储问题

在研究、建模时，需要作一些假设，目的是使模型简单、易于理解。便于计算。为此，作如下假设：①单位时间内的物资需求量（即需求率）是一常数；②每次进货量（订购量或入库量）相同；③每次订货费相同；④单位时间内存储单位数量的某种物资所需的

存储费（即单位存储费或存储费率）为常数。

一、无安全存量、不允许缺货的存储

这类存储问题根据补充存储物资的供应方式不同，可有两种情况：①订购物资的存储；②批量生产物资的存储。下面分别介绍这两种情况和确定最佳存储参数。

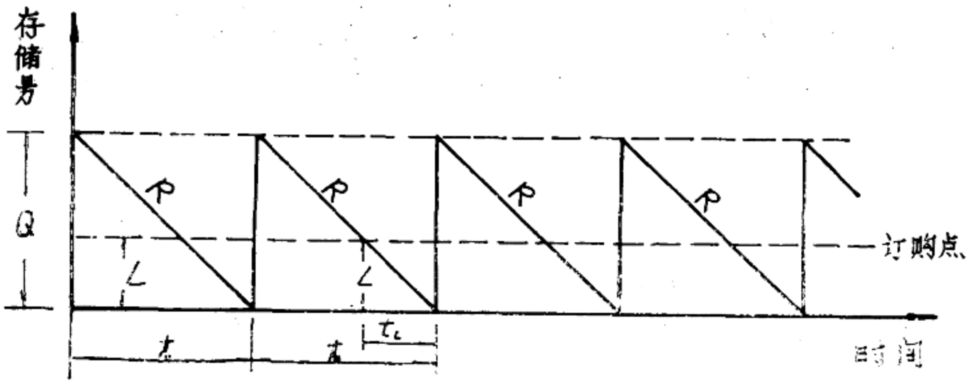


图10—1 无安全存量的订购存储模式图

（一）订购物资的存储

1、存储模型

这种存储情况是分批地集中供应，连续均匀耗用。它的供（订购）需（耗用）过程及存储模型如图10—1所示。图中Q表示每批订购的物资数量（订购批量），也就是每一批补充存储入库的物资数量；R为在单位时间内物资的需求量（需求率）；t为每批物资的存储周期时间；t_L叫予订时间或备运时间，它是指每次订货从开始请购起至物料送达存储地点止所需经历的时间。这种模型表示，每批订购的物资Q到达后，立即入库存储起来，然后以每单位时间（天、周或月）耗用R的速率使用存储的物资，库内的存量逐渐减少，经过一个周期时间t后耗用完毕，这时第二批订购的物资应当立即及时补充入库，从而开始了第二个循环。

2、费用分析

（1）订购费

它包括有关处理订货的费用，例如用于请购手续。发订单、催货、货物验收等所需的费用。这种费用是每订购一批（次），就需要消耗一笔的费用。它与订货的批次有关，而与每次订购的货物数量无关。对于一个存储循环而言，每个循环周期t内的总订购费F_0就等于每订购一次物资的单位订购费C_0，即$F_0=C_0$。

（2）存储费

它是用于物料的贮存和保管方面的费用，除了支付在仓库里存储物资所需的费用（如贮存，内部搬运，管理等方面）外，还应包括在存储期内物资的损耗及资金积压损失等方面的费用。若单位物料存储一单位时间所需的费用为C_c，则每一循环周期t时间内的总存储费F_c为：

$$F_C = \frac{1}{2} Q t C_C = \frac{1}{2} C_C R t^2 \tag{10—1}$$

由上可知，每一循环周期t时间内的总费用F为：

$$F = F_C + F_0 = \frac{1}{2} R t^2 C_C + C_0 \tag{10—2}$$

单位时间所需的总费用f为：

$$f = (F/t) = \frac{1}{2} C_C R t + (C_0/t)$$

或

$$f = \frac{1}{2} C_C Q + (C_0 R/Q) \tag{10—3}$$

从式（3）可以看出单位时间总费用f值的大小受到订购费及存储费两部分的影响。当C_C及C_0为常数时，订购批量Q值愈大，存储周期时间t愈长，则存储费用就相应愈大，而订购费用则愈小（图10—2）。为了减少存储费的开支，应当使Q值定得低些；而为了节省订购费的开支，则应将Q值定得高些。因此，对于每个一定的Q值，就有一个相应于t值的F_0/t及F_C/t值（图10—3）。从图10—3中不难找到一个使单位时间总费用为最低(f^*)的相应的订购批量Q^*，这个Q^*值就是最佳订购批量，亦叫经济订购量。

（3）确定经济订购量（最佳批量）Q^*

要确定最佳批量Q^*，可将式（3）对Q或对t求导，且令df/dQ或df/dt等于0，从而得出当t值为最小值的相应最佳批量Q^*及周期时间t^*值为：

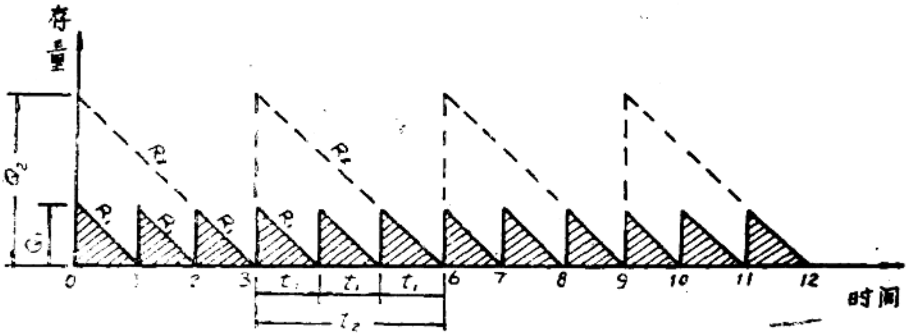


图10—2　订购量与周期时间关系

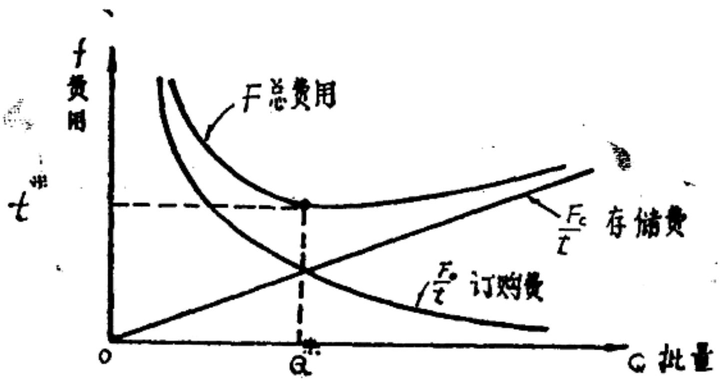


图10—3　批量—费用关系曲线

注：字母的右上角标有*为最优值。

$$Q^* = \sqrt{2R(C_0/C_c)} \tag{10—4}$$

$$t^* = Q^*/R = \sqrt{2C_0/RC_c} \tag{10—5}$$

这就是著名的“最佳批量公式”也叫经济订购量模型。

4、确定“订购点”

为了保证所存储的物资不致发生中断和短缺，当库存量下降到某一临界值时，必须开始着手订购下一批物资，以便及时补充存储。这一反映订货时机的临界库存值就叫做“订购点”。订购点L的数值可由图10—1按下式计出：

$$L = R \cdot t_L \tag{10—6}$$

例10—1：某工地需用模板拉条螺栓，设每月均匀需用1200套，规定不准缺货。现知每套螺栓每月存储保管费为0.1元，每批螺栓的订购费为350元问该工地每批订购螺栓多少套为宜？

解：本题属于确定性无安全储量的存储问题的订购物资问题。

欲求经济订购批量，也就是求单位时间总费用f*最小，应用（4）式可得：

$R = 1200$套/月，$C_0 = 350$元，$C_c = 0.1$元/套－月

$$Q^* = \sqrt{2R(C_0/C_c)} = 2898\text{（套）}$$

即该工地每批订购螺栓2898套为宜。

例10—2：已知某工地的水泥使用量为每个月200吨，水泥价格为60元/吨。现考虑要在工地上储存一定数量的水泥，以保证正常供应使用。若每吨水泥存储一个月所需的存储保管费水泥价格的5%，每一次的订购费为5元。试计算①每批应存储多少水泥最经济？②订购及存储水泥的相应总存储费为多少？

解：本题中一吨水泥一个月的存储保管费C_c＝水泥单价×5%＝60×5%＝3元/吨一月。单位订购费$C_0 = 5$元，单位时间水泥需求率为$R = 200$吨/月。

①最优批量为

$$Q^* = \sqrt{2R(C_0/C_c)} = 25.82\text{（吨）}$$

②相应于最优批量的最小费用为：将Q*代入（10—3）式

$$f^* = \sqrt{2RC_cC_0} = 77.5\text{元/月。}$$

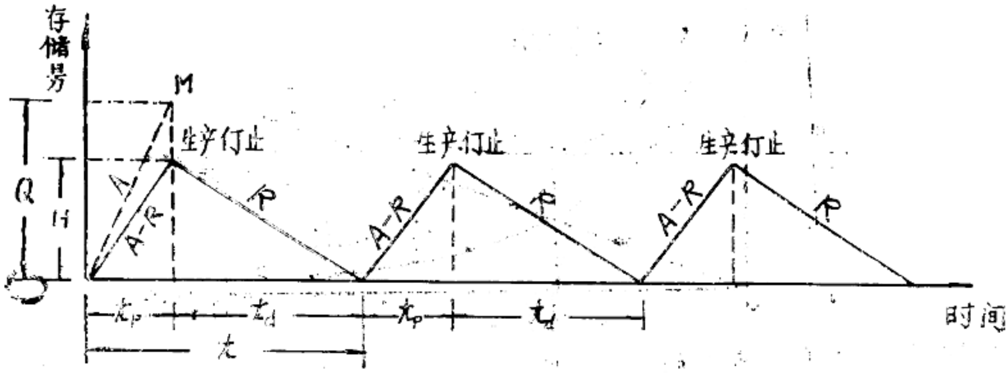


图10—4　无安全存量的生产批量存储模式图

（二）批量生产的物资存储

1、存储模型

这类存储与前一种订购物资的存储主要区别在于：它所需要存储的物资一般是由自己生产，随着每批物资生产的同时，陆续领用，多余的则入库存储，其存贮模型如图10—4所示。在一个循环周期时间t中的前一段时间t_P，一方面以单位时间产量为A的速度进行生产，同时，还以需求率为R的速度耗用物料。所以，物料入库的积存率为（A－R)。显然，在t_P时间内产生的物资数量必须满足整个一个循环周期t内的需求量，即应符合于$A \cdot t_P = R \cdot t$。在时间t_d内则完全是耗用库存的物资。图中Q为每一批生产的批量，H为最大库存量，它们之间的关系为$H = Q(A-R)/A$。

2、费用分析

每一循环周期时间t内所需的总费用F由存储费F_c及设置费F_s两部分组成。设置费即生产前的准备费。它是用于生产设备的准备、调整或改装所消耗的费用。这种费用也是随着生产批次而计量的。如果每进行一次生产准备的设置费为C_s，物资储存单价为C_c，则每一循环周期时间t内所需的总费用F为：

$$F = F_c + F_s = \frac{1}{2}C_c H t + C_s \cdots\cdots = \frac{1}{2}C_c \frac{Q(A-Q)}{A} t + C_s \cdots (10—7)$$

单位时间内所需总费用f为：

$$f = \frac{F}{t} = \frac{1}{2}C_c \frac{Q(A-R)}{A} + \frac{C_s}{t}$$

$$f = \frac{1}{2}C_c \frac{Q(A-R)}{A} + \frac{R}{Q}C_s \qquad (10—8)$$

式（8）中的A、R、C_s、C_c值均为常数，因此取不同的Q值或t值就有一个与它对应的f值；在所有的f值中总可以找到一个总费用为最低的f*，与其相应的生产批量Q_*即为最佳批量或经济批量。

3、求最优解

要确定单位时间总费用为最小的Q*值，可将（8）式对Q求导，令$dF/dQ = 0$，则得：

$$Q^* = \sqrt{2R\left(\frac{A}{A-R}\right)\frac{C_s}{C_c}} \qquad (10—9)$$

因为$H^* = \frac{Q^*(A-R)}{A}$，$t^* = \frac{Q^*}{R}$，所以

$$H^* = \sqrt{2R\left(\frac{A-R}{A}\right)\frac{C_s}{C_c}} \qquad (10—10)$$

$$t^* = \sqrt{\frac{2}{R}\left(\frac{A}{A-R}\right)\frac{C_s}{C_c}} \qquad (10—11)$$

例10—3：如果例10—1螺栓由工地机修厂生产，该厂生产能力为5000套/月，每批螺栓的准备费为500，问该厂每批生产螺栓多少套为宜？工地最高存量是多少？

解：本题属于批量生产的物资存储问题。依题意可知：A＝5000套/月，R＝1200套/月，C_c＝0.1元/套—月，C_S＝500元。

将上述条件代入式（10—9）和（10—10）

$$Q^* = \sqrt{2R\left(\frac{A}{A-R}\right)\frac{C_s}{C_c}} = 3974\ （套）$$

相应于最佳批量Q^*的工地最高存储量H^*为：

$$H^* = \frac{Q^*(A-R)}{A} = 3020\ （套）$$

即该厂每批生产螺栓以3974套为宜，工地最高储存量为3020套。

例10—4：某工地予制件厂，在某个时间内每周需要供给工地1000块予制混凝土板，已知予制件厂的生产能力为每周2500块，每块予制板的管理费为0.1元/周，予制厂开工一次生产一批予制板所需的设置费为50元。求：①每批生产予制板若干块为最经济？②工地贮存予制板的最高量为多少块？

解：应用公式（10—9）和（10—10）

本题中$R=1000$块，$C_c=0.1$元/周—块，$C_s=50$元，$A=2500$块/周。

①最优生产批量

$$Q^* = \sqrt{2R\left(\frac{A}{A-R}\right)\frac{C_s}{C_c}} = 1291\ （块）$$

②相应最高存储量

$$H^* = \frac{Q^*(A-R)}{A} = 775块$$

（三）用Lagrangian乘子法求解无安全存量、不允许缺货的存储

下面通过一个例子来说明这种求解方法。

设一砼坝，工程要求每天提供R吨水泥，若水泥需要从某城市运来，除正常的运费以外，每组织一次运输尚需订货费C_0元，运来后每吨水泥贮存一天需C_c元。若不考虑供应不足的损失，问应每隔多久运输一次，每次运多少吨水泥可使总费用最省？

用Lagrangian乘子法进行优化求解，依题意分析，可拟出下列数学模式，其约束条件为：

$$\begin{cases} \varphi(t,\ Q) = (Q/t) - R \equiv 0 \\ t \geqslant 0;\ \ Q \geqslant 0 \end{cases}$$

使得目标函数：

$$f(t,\ Q) = \tfrac{1}{2}C_c(Q+R) + (C_0/t)\text{为最小。}$$

上式是由以下分析建立的。

由于每批运Q吨，故每隔Q/R天运一批，第一天贮存费为C_cQ，第二天贮存费为$C_c(Q-R)$，第三天贮存费为$C_c(Q-2R)$，……直到最后一天的贮存费为C_cR。故每批总贮存费F_c为一等级数求和的问题。即：

$$\begin{aligned} F_c &= C_cQ + C_c(Q-R) + C_c(Q-2R) + \cdots + C_c2R + C_cR \\ &= C_cR(Q/R) + C_cR[(Q/R)-1] + C_cR[(Q/R)-2] + \cdots + C_cR \\ &= \frac{Q}{R}\left(\frac{C_cR\frac{Q}{R} + C_cR}{2}\right) = \tfrac{1}{2}\cdot\frac{Q}{R}C_cR\left(\frac{Q}{R}+1\right) = \tfrac{1}{2}C_cQ\left(\frac{Q}{R}+1\right) \end{aligned}$$

若考虑到每次运输的订货费用C_0时，则每批单位时间的平均费用即为：

$$f = \tfrac{1}{2}C_c(Q+R) + (C_0/t)$$

根据Lagrangian乘子法可以得到Lagrangian函数：

$$L = \frac{1}{2}C_c(Q+R) + (C_0/t) - \lambda[(Q/t) - R]$$

然后对上式求导得：

$$\begin{cases} \dfrac{\partial L}{\partial Q} = \dfrac{1}{2}C_c - \lambda\dfrac{1}{t} = 0 \\ \dfrac{\partial L}{\partial t} = -\dfrac{C_0}{t^2} + \lambda\dfrac{Q}{t^2} = 0 \\ \dfrac{\partial L}{\partial \lambda} = -\dfrac{Q}{t} + R = 0 \end{cases}$$

联立求解得：

$$t^* = \sqrt{\frac{2C_0}{C_c R}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2C_0 R}{C_c}}$$

$$\lambda^* = \frac{1}{2}C_c t$$

则此时之单位时间平均费用f为：

$$f^* = \frac{1}{2}C_c(Q+R) + (C_0/t) = \sqrt{2C_0C_cR} + \frac{1}{2}C_cR$$

是最小值。

与一般通用优化求解法比较其结果，可以看出，t^*和Q^*求解式是相等，而f^*在f值上多了$\frac{1}{2}C_cR$。这是由于通用法所拟制的图模是连续性的（随时结算贮存费用），而Lagrangian乘子法是按单位时间结算贮存费用的，后者较符合实际情况（实际上是按天、周或月来结算）；两者差别可从图10—1′看出。

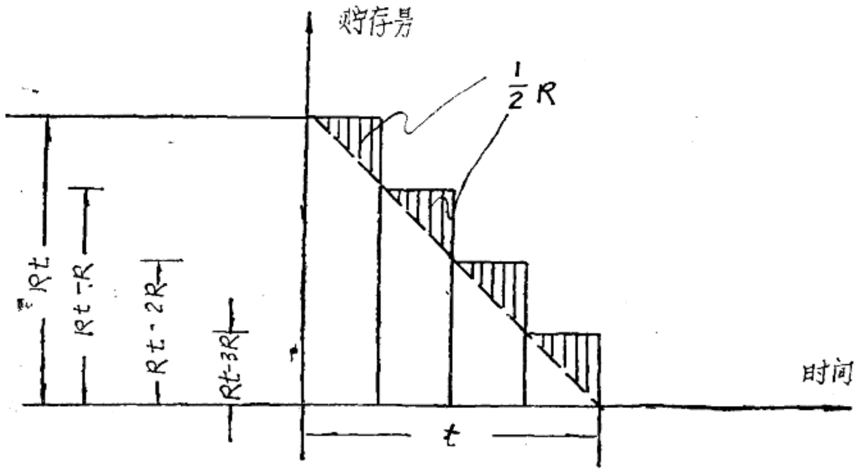


图10—1′ Lagiangran乘子法图模

因此，可得如下结论：用Lagrangian乘子法可求解上述该类非随机性存贮问题，且所得之f值较一般通用优化法符合实际情况。

用Lagrangian乘子法尚可证明为什么一定要假设每次进货量相等的原因。（这是因为

只有在进货量每次相等的情况下，其贮存总费用才是最小之故）现证明如下：

依上例分析，若在批数n一定的情况下，设每次进货量为q_i（$i=1, 2, \cdots n$），又C_c，R为已知，则：

$$f=f(q')=R\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i'(q'+1)}{2}C_c=\frac{1}{2}C_c R(\sum_{i=1}^{n}q_i'^2+\sum_{i=1}^{n}q')$$

式中：$q_i'=q_i/R$

$\because$ $$\sum_{i=1}^{n}q_i'R=Q\text{（总需要量）}$$

$\therefore$ $$f=0.5C_c R\sum_{i=1}^{n}q_i'^2+\frac{1}{2}QC_c$$

于是问题可归结为，确定函数：

$$f(q_i')=0.5C_c R\sum_{i=1}^{n}q_i'^2+0.5C_cQ$$

在约束条件：

$$\begin{cases}\varphi(q_i')=R\sum_{i=1}^{n}q_i'-Q\equiv 0\\ q_i'\geqslant 0;\ i=1, 2, 3, \cdots n\end{cases}$$

下的最小值。

根据Lagrangian函数：

$$L=\frac{1}{2}C_c R\sum_{i=1}^{n}q_i'^2+\frac{1}{2}C_cQ-\lambda(R\sum_{i=1}^{n}q_i'-Q)$$

对q_i'（$i=1, 2, 3, \cdots n$）求导可得：

$$\begin{cases}C_cRq_1' - \lambda R=0\\ C_cRq_2' - \lambda R=0\\ \quad\cdots\\ C_cq_n'-\lambda R=0\end{cases}$$

联立求解可得：

$$q_1'=q_2'=\cdots=q_n'=\lambda/C_c$$

而 $$q_i=Rq_i'\ (i=1, 2, 3, \cdots n)$$

$\because$ R为常数

$\therefore$ $$q_1=q_2=q_3=\cdots=q_n=(\lambda/C_c)R$$

且 $$(\partial^2L/\partial q_i'^2)>0$$

故求证得每批运输量相等时，贮存费用最小。这就是为什么要假设每批订货量相等的原因。

例10—5：某码头工地，在100天砼施工工期中，需要1000吨水泥，平均每天用10吨，由于工地是城市闹市区，无地自设水泥仓库，故需租用仓库，贮存费每天每吨 水泥 为0.2元。又水泥需从外地运来，每次订货费用为100元。问水泥应分几批运，每批 运输 量为多少，可使总费用最少。

根据题意已知：

$Q=1000^T$；$T=100$天，$R=Q/T=10^T$，$C_c=0.2$元/吨·天，$C_o=100$元/批，求n（批数）及q（批量）。

分析得：

每批贮存费为：

$$F_c=0.5C_cq[(q/R)-1]=0.1q[(q/R)-1]$$

则n批总贮存费为：

$$F_s=0.1nq(0.1q-1)$$

若将每批订货费考虑进去，则总费用为：

$$F=0.1nq(0.1q-1)+100n$$

故该问题就可以归纳为：

$$\begin{cases}\varphi(n\cdot q)=nq-1000\equiv 0\\ q\geqslant 0,\ n>0,\ \text{且为整数}\end{cases}$$

的约束条件下，使目标函数：

$$f(n\cdot q)=0.1nq(0.1q-1)+100n$$

为最小。

根据Lagrangian乘子法，其函数为：

$$L=0.1nq(0.1q-1)+100n-\lambda(nq-1000)$$

$\because$ $nq=1000$

故上式整理成：

$$L=10q-100+100n-\lambda nq+1000\lambda$$

对其求偏导得：

$$\begin{cases}\dfrac{\partial L}{\partial q}=10-\lambda n=0\\ \dfrac{\partial L}{\partial n}=100-\lambda q=0\\ \dfrac{\partial L}{\partial \lambda}=-nq+1000=0\end{cases}$$

联立上式得：

$$n=10,\ q=100,\ \lambda=1$$

故求得在分10批运输，每批运量为100吨时，其总费用为最省，即：

$$F=0.1nq(0.1q-1)+100n=1900\text{元}$$

但是，问题在于若n不为整数时，应如何办呢？例如：

$Q=1150^T$，$T=100$天，$R=11.5^T$，$C_c=0.2$元/吨·天，$C_o=100$元/批

此时根据Lagrangian乘子法求得：

$$n=10.72,\ q=107.28^T$$

这里就提出一个整数非线性规划求解的问题，处理办法是采取比较法，即取n值为所求的非整数值的前后整数值（大于或小于该非整数之临近整数值），代入目标函数，进行比较其F值，然后取舍之。这样处理是否妥当，还可以进一步讨论研究之。

二、允许缺货的存储

（一）存储模型

这类存储问题的模型如图10—5所示。允许缺货的存储问题就是指在两批进货的间隔时间t内允许有一定时间（如图中的t_2）的暂时缺货，待下一次来货后，再集中补充短缺的数量W。这样，就可以使最大库存量减少到H值（H＜进货批量Q）。

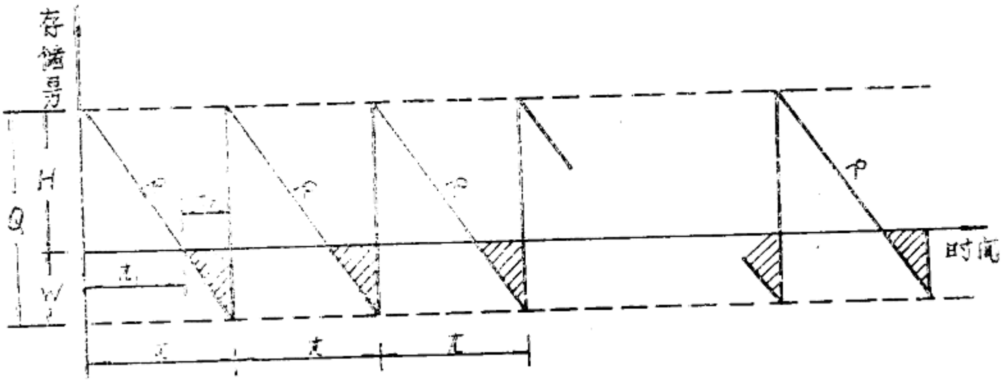


图10—5　允许缺货的存储模式图

这种情况虽然会由于暂时缺货引起某种程度的经济损失，需多支付一些“缺货损失费”，然而由于存储量降低，从而会降低存储费及总费用。

（二）费用分析

这类存储方式的每一存储循环周期t时间内的总费用F包括下列三项费用：

1、存储费　$F_C = \frac{1}{2} C_C H t_1 = \frac{1}{2} C_C (H^2/R)$

2、订购费　$F_0 = C_0$

3、缺货损失费 $F_Z = \frac{1}{2} C_Z W \cdot t_2 = \frac{1}{2}[(Rt-H)^2/R] \cdot C_Z$

式中C_Z为缺货损失费率，即每单位物资短缺一个单位时间所需支付的损失费。

总费用 $F = F_C + F_0 + F_Z = \frac{1}{2} C_C (H^2/R) + C_0 + [(Rt-H)^2 C_Z / 2R]$ （10—12）

单位时间的总费用f为：

$$f = \frac{C_C H^2}{2Rt} + \frac{C_0}{t} + \frac{(Rt-H)^2 C_Z}{2Rt} \qquad (10—13)$$

从式（10—13）以及图10—5可以看出，这种存储方式费用值的大小，不但与订购批量Q（或周期时间t）的大小有关，而且也受到缺货量W数值的影响。因此，研究这类存储问题时，就要寻求费用最小，不但必须确定最佳订购批量Q*，而且也要确定允许缺货量W*的经济数值。

（三）Q*及W*的确定

为求得单位时间所需费用f*值为最小的经济批量Q*及经济缺货量W*，可将式（10—13）分别对H及t求偏导，则令$(\partial f/\partial H) = 0$，得：

$$H = \frac{C_Z}{C_Z + C_C}(Rt) \qquad (10—14)$$

令$(\partial f/\partial t)=0$，得：

$$(C_0+C_Z)H^2+2RC_0-C_Z(Rt)^2=0 \tag{10—15}$$

联解（10—14）和（10—15）式得到：

$$t^*=\sqrt{\frac{2(C_C+C_Z)C_0}{C_C\cdot C_Z\cdot R}} \tag{10—16}$$

$$H^*=\sqrt{\frac{2C_Z\cdot C_0\cdot R}{C_C(C_C+C_Z)}} \tag{10—17}$$

$$Q^*=\sqrt{\frac{2(C_C+C_Z)C_0R}{C_C\cdot C_Z}} \tag{10—18}$$

$$W^*=Q^*-H^*=\sqrt{\frac{2C_0C_CR}{C_Z(C_C+C_Z)}} \tag{10—19}$$

例10—6：若将题10—1不允许缺货改为允许缺货，且在供货不足时，每套螺栓缺货造成的损失费用为0.2元/月，问采取何种存储决策最经济？

解：本题中 $R=1200$套/月，$C_0=350$元，$C_C=0.1$元/套—月，$C_Z=0.2$元/套—月。

将以上已知条件代入式（10—18）和式（10—19）

$$Q^*=\sqrt{\frac{2(C_C+C_Z)C_0R}{C_C\cdot C_Z}}=3550\text{（套）}$$

$$W^*=\sqrt{\frac{2C_0C_CR}{C_Z(C_C+C_Z)}}+1183\text{（套）}$$

即经济订购批量为3550套，经济缺货为1183套。

同时，经济存储量$H^*=Q^*-W^*=2367$（套）

三、有安全存量的存储

（一）存储模式

安全存量是指库存某种重要物料的最低限度存量。在正常情况下，库存的存货量不应低于此限度，其存储模型如图10—6所示。

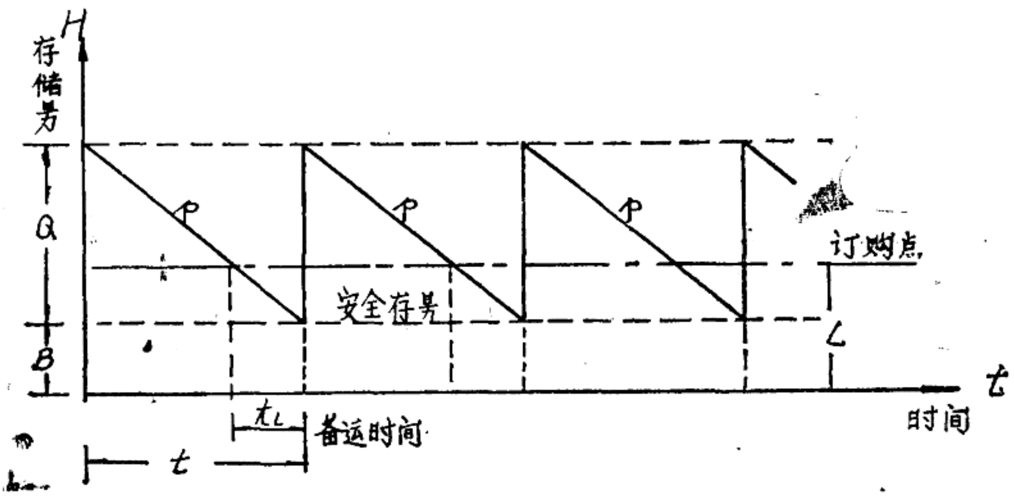


图10—6 有安全存量的存储模式图