文章编号：1000-6788(2002)03-0080-08

带时间窗口的分布式配送系统在运输时间均匀分布条件下的性能分析

李　鉴，谢金星
（清华大学数学科学系，北京 100084）

摘要： 目前一些企业正在使用一种新的产品配送系统——分布式配送系统，即将最终产品的各配件分开库存，在合并中心满足顾客订单．本文在运输时间不确定性和对货物早到有限制的前提下，在极小化库存费用的同时以满足定时送货要求为目标，讨论了如何确定运输提前期．我们建立了数学模型，给出了求解方法，并对模型进行了讨论．

关键词： 供应链管理；分布式配送系统；运输提前期；均匀分布；时间窗口
中图分类号： O227 **文献标识码：** A

Performance Analysis of Distributed-Distribution System with Time Window under Uniform Distribution of Transportation Time

LI Jian, XIE Jin-xing
(Department of Mathematical Sciences, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Some companies are moving to a distributed distribution system, in which each part of the final product is stocked separately and customer orders are fulfilled at a merge-center. Given that the transportation time is variable and the delivery time is a time window, we give two mathematical models to minimize the holding cost at the merge-center under timely delivery. Then we discuss how to solve the models to determine the transportation leadtime. Finally we present some discussions for the models.

Keywords: supply chain management; distributed-distribution system; transportation leadtime; uniform distribution; time window

1 引言

基于资金、技术和劳动力等方面的原因，一些企业正在逐步调整供应链结构[1]．例如，原来生产计算机主机和显示器进行组装后的电子厂现在仅生产主机，通过购买其它企业的显示器与本厂主机进行组装，或者在异地生产显示器．对供应链结构的调整必然引起对产品配送网络的重新考虑，因为生产、库存与配送不可分开．文献[2]提出了一种称为分布式配送(DD－Distributed Distribution)的新的产品配送网络．在此结构下，各产品或配件分别存放，而订单满足发生在合并中心（亦称服务/配送中心、销售点），这些中心分配在各地顾客相对集中的地方，采用“即装即送(Merge-in-Transit)”方法对顾客进行服务．DD 强调产品的库存与订单满足是在两个不同的地点实现的．图 1 给出了 DD 系统的一个示意图．DD 网络是一个简单的供应链．讨论 DD 网络的性质是为了更好地进行供应链管理．所谓的供应链管理(SCM)就是指对链中企业

收稿日期：2000-08-27
资助项目：国家自然科学基金(69904007)；对外经济贸易大学-大田物流研究中心科研基金(001)

间和企业内部的物流、信息流和资金流的管理.

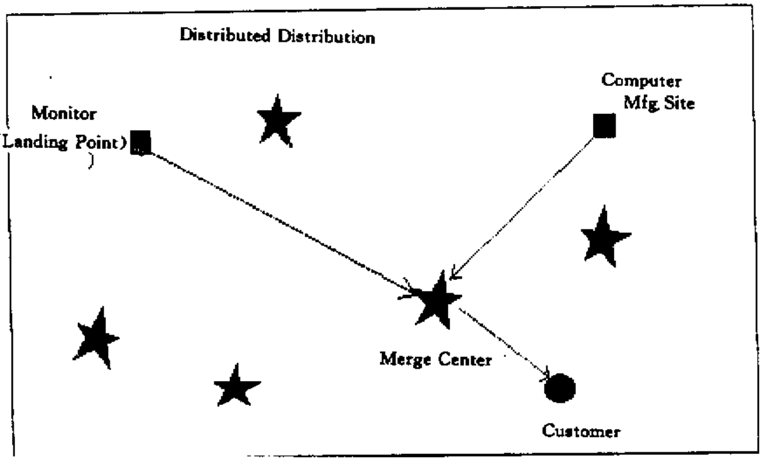

图 1

由于种种原因[3,4],在物料获取、加工和产品配送过程中存在提前期不确定性,提前期不确定性对配送系统的影响可以通过安全库存和安全提前期得到一定的缓和. Kumar[5]讨论了在需求可预测的条件下如何对单阶段组装系统确定计划提前期. Yano 在文献[3]中对串行生产系统作了一定的讨论,并给出了一个两阶段系统的求解过程和计算结果. 在文献[4]中,Yano 对两阶段树形生产系统作了一定的讨论,并给出了启发式算法. 文献[2]采用了 Yano 的串行生产与组装系统模型来讨论运输时间指数分布条件下产品配送网络 DD 结构,并且,在约束条件中,采用了反映即装即送过程的约束条件.

本文在文献[2]的基础上进一步对 DD 网络做性质分析. 在假定各合并中心之间不存在需求竞争的条件下,我们讨论一个合并中心、两个配件情形. 由于我们对货物到达顾客的时间假设为区间段,其实质是对货物的早到时间加以限制,所以我们称此配送系统为带时间窗口的分布式配送系统. 我们分析的问题是在给定运输时间不确定性即运输时间服从一定的概率分布的前提下,讨论如何在满足一定顾客服务水平的同时实现合并中心的库存费用极小化. 我们提出一种简单模型,并给出求解方法和敏感性分析. 使用这个模型,至少可以帮助那些正在考虑使用 DD 网络的企业逐步理解运输时间不确定性的影响,可以帮助他们在运输时间不确定性、实时发货和库存费用之间作出折衷的选择.

本文的第二节,我们将对其中一个配件存放在合并中心的问题给出建模过程、求解方法;在第三节中,我们将对合并中心不存放配件的情形建立数学模型;第四节对模型作讨论;最后是本文的小结.

2　对其中一个配件存放在合并中心情形的讨论

2.1　模型假设

如图 2 所示,我们假设:

1) s 表示顾客设定的收货时间区间长度.

2) t_T 表示合并中心最早发送最终产品的时刻.

3) t (决策变量)表示 t_T 与收货时间区间的起始点之间的这段时间.

4) T (决策变量)表示部件 1 提前于 t_T 多长时间发货.

5) 如果部件 1 提前于 t_T 到达合并中心,则等待至 t_T 发货;其它情形采用即到即送方式.

6) 部件 1 从制造点(Mfg Site)出发,经过 $f_1 + X_1$ 的运输时间到达合并中心(Merge Center). 部件 2 存放在合并中心,等待部件 1 到达后即装即组为最终产品. 最终产品从合并中心出发,经过运输时间 $f_2 + X_2$

到达顾客(Customer). 其中, f_i (i=1,2)为常数,表示最少所需的运输时间. X_i (i=1,2)为服从(0, a)上独立同均匀分布的随机变量,记作 $X_i \overset{i.i.d}{\sim} U(0,a)$.

7) 部件 1 在合并中心的单位时间的单件库存费用为 h_1 .

8) T_M 表示部件 1 所在库存点收到订单开始至交货期起始点之间的这一段时间. 显然 T 和 t 必须满足 $T + t \leq T_M$.

9) $f(T)$ 表示合并中心单件库存费, $g(t,T)$ 表示服务水平函数, α 表示顾客要求的服务水平.

10)我们的目标是在满足一定顾客服务水平的条件下如何确定 t 和 T 使部件 1 在合并中心占用的单件库存费用极小.

注意到 $f_i(i=1,2)$ 对 $f(T)$ 和 $g(t,T)$ 的计算没有影响,因而下面的计算过程中不再出现 $f_i(i=1,2)$. 此外,由于运输时间服从均匀分布,当 $t > a$ 时,有 $g(t,T) = 0$;当 $T > a$ 时,有 $g(t,T) = g(t,a)$, $f(T) \geq f(a)$. 所以在下面的推导中我们假设 $T \leq a, t \leq a$.

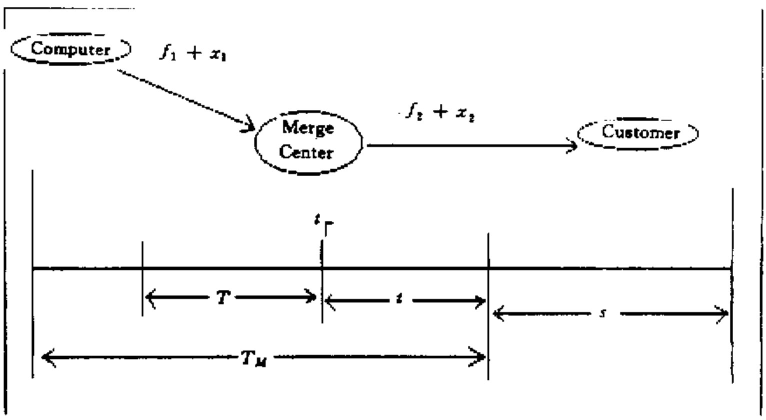

图 2

2.2 数学模型

目标函数表示的是合并中心单件库存费,我们有

$$f(T) = h_1 E[T - X_1]^+ \tag{1}$$

服务水平就是指在指定日期内满足顾客要求或顾客收到最终产品的可能性大小,从而有

$$\begin{aligned} g(t,T) &= P(T + t \leq X_2 + \max(X_1,T) \leq T + t + s) \\ &= P(t \leq X_2 \leq t + s, T \geq X_1) + P(T + t \leq X_2 + X_1 \leq T + t + s, T \leq X_1) \end{aligned} \tag{2}$$

对(1),(2)进一步计算,我们可以得到带时间窗口的分布式配送系统在运输时间均匀分布条件下的一个数学模型:

$$\begin{cases} \min f(T) = \dfrac{h_1 T^2}{2A} \\ \text{s.t. } g(t,T) \geq \alpha \\ \quad t + T \leq T_M \\ \quad 0 \leq t, T \leq a \end{cases} \tag{3}$$

其中,

$$
g(t,T)=\begin{cases}
\dfrac{s^2+2st+2sT}{2a^2}, & s\le a, T+t+s\le a\\
\dfrac{s(T+t)}{a^2}+\dfrac{(a-T-t)(T+t+2s-a)}{2a^2}, & s\le a,\ t\le a-s,\ T+t\le a,\ T+t+s\ge a\\
\dfrac{s}{a}, & s\le a,\ t\le a-s,\ T+t\ge a\\
\dfrac{T(a-t)}{a^2}+\dfrac{(s+t-a)(s-t+a)}{2a^2}+\dfrac{s(a-s)}{a^2}+\dfrac{(a-T-t)(T+t+2s-a)}{2a^2}, & \\
 & s\le a,\ t\ge a-s,\ T+t\le a\\
\dfrac{T(a-t)}{a^2}+\dfrac{(s+t-a)(s-t+a)}{2a^2}+\dfrac{s(2a-T-t-s)}{a^2}, & \\
 & s\le a,\ t\ge a-s,\ T+t\ge a,\ T+t+s\le 2a\\
\dfrac{T(a-t)}{a^2}+\dfrac{(a-T)(3a-T-3t)}{2a^2}, & s\le a,\ t\ge a-s,\ T+t\ge a,\ T+t+s\ge 2a\\
\dfrac{T(a-t)}{a^2}+\dfrac{t(2a-t)}{2a^2}+\dfrac{a(s-a)}{a^2}+\dfrac{(T+t+s)(2a-T-t-s)}{2a^2}, & \\
 & s\ge a,\ T+t\le a,\ T+t+s\le 2a\\
\dfrac{T(a-t)}{a^2}+\dfrac{t(2a-t)}{2a^2}+\dfrac{a(a-T-t)}{a^2}, & \\
 & s\ge a,\ T+t\le a,\ T+t+s\ge 2a\\
\dfrac{T(a-t)}{a^2}+\dfrac{(a-T)(3a-T-3t)}{2a^2}, & s\ge a,\ T+t\ge a
\end{cases} \tag{4}
$$

2.3　求解方法

容易得到目标函数的一阶和二阶导数如下：

$$\frac{\mathrm{d}f(T)}{\mathrm{d}T}=\frac{Th_1}{a}$$

$$\frac{\mathrm{d}^2f(T)}{\mathrm{d}T^2}=\frac{h_1}{a}>0$$

由 $\dfrac{\mathrm{d}^2f(T)}{\mathrm{d}T^2}$ 的非负性知道，$f(T)$ 为 $(0,a)$ 上的下凸函数，从而 $f(T)$ 在 $(0,a)$ 上有唯一极小值点. 令 $\dfrac{\mathrm{d}f(T)}{\mathrm{d}T}=0$ 得到无约束条件下目标函数的最小值点 T_0^* 为：$T_0^*=0$.

由此我们得到(3)的最优解

$$T^*=\min\{T\,|\,g(t,T)\ge\alpha\}$$

3　合并中心不存放配件情形的数学模型

在此情形中我们假设：

1）部件 1 和部件 2 分别从着陆点(Landing Point)和制造点(Mfg Site)出发，经过 $f_i+X_i(i=1,2)$ 的运输时间到达合并中心(Merge Center)后，采用即装即送方式，再经过的运输时间 f_3+X_3 到达顾客(Customer). 其中，$f_i\,(i=1,2,3)$ 为常数，表示最少所需的运输时间. $X_i\,(i=1,2,3)$ 为服从 $(0,a)$ 上独立同均匀分布的随机变量，记作 $X_i\overset{i.i.d}{\sim}U(0,a)$.

2）部件 1 和部件 2 在合并中心的单位时间的单件库存费用为 $h_i\,(i=1,2)$，其中不妨假设 $h_1\le h_2$.

3）t (决策变量)表示部件 2 提前于交货期多长时间发货.

4）为了减少总的库存费，由于 $h_1\le h_2$，因此部件 1 应在部件 2 之前发货. T (决策变量)表示部件 1 比部件 2 提前多长时间发货，T_M 表示部件 1 所在库存点收到订单开始至交货日期之间的这一段时间. 显然 T 和 t 必须满足 $T+t\le T_M$

5) $f(T)$ 表示合并中心单件库存费，$g(t,T)$ 表示服务水平函数，α 表示顾客要求的服务水平.

6) 我们的目标是在满足一定顾客服务水平的条件下,确定 t 和 T 使部件 1 和部件 2 在合并中心占用的单件库存费用极小.

在上面的假设下,我们可以得到目标函数 $f(T)$ 和服务水平函数 $g(t,T)$ 如下：

$$f(T)=h_1E[T+X_2-X_1]^+ + h_2E[-T-X_2+X_1]^+ \tag{5}$$

$$=(h_1+h_2)\frac{(a-T)^3}{6a^2}+Th_1 \tag{6}$$

$$\begin{aligned} g(t,T) &= P(t+T\le X_3+\max(X_2+T,X_1)\le T+t+s) \\ &= P(t+s-T\le X_3+X_2\le t+s, X_2+T\ge X_1) \\ &\quad + P(t+s\le X_3+X_1\le T+t+s, X_2+T\le X_1) \end{aligned} \tag{7}$$

由此得到分布式配送系统在此情形下的数学模型：

$$\begin{cases} \min f(T)=(h_1+h_2)\dfrac{(a-T)^3}{6a^2}+Th_1 \\ \text{s.t. } g(t,T)=\dfrac{1}{a^3}g_1(t,T)\ge\alpha \\ \quad t+T\le T_M \\ \quad t,T\ge 0 \end{cases} \tag{8}$$

其中 $g_1(t,T)$ 的表达式为：

当 $s\le a, T+t+s\le a$ 时，

$$g_1(t,T)=-\frac{1}{2}sT^2+\frac{1}{6}(T+t+s)^3-\frac{1}{6}(t+T)^3+\frac{1}{6}(t+s)^3-\frac{1}{6}t^3$$

当 $s\le a$, $t\le a-s$, $T+t\le a$, $T+t+s\ge a$ 时，

$$g_1(t,T)=\frac{1}{2}a(t+s+T-a)^2+\frac{1}{2}(T+t+s)^3+\frac{1}{2}(t+s)(a-T)^2$$
$$-\frac{1}{6}(T+t)^3-\frac{1}{2}sT^2-\frac{1}{3}a^3-\frac{1}{3}(a-T)^3-\frac{1}{6}t^3$$

当 $s\le a$, $t\le a-s$, $T+t\ge a$ 时，

$$g_1(t,T)=ast+\frac{1}{2}as^2$$

当 $s\le a$, $t\ge a-s$, $T+t\le a$ 时，

$$g_1(t,T)=\frac{1}{2}a(t+s+T-a)^2+\frac{1}{3}(t+T)^3+\frac{1}{2}(t+s)a^2+\frac{1}{2}(t+s)(a-T)^2-\frac{1}{3}a^3$$
$$-\frac{1}{2}t(t+T)^2-\frac{1}{3}T^3-\frac{1}{2}(a-T-t)T^2-\frac{1}{6}(t+s+T-a)^2-\frac{1}{6}(t+s-a)^3$$
$$-\frac{1}{6}t^3-\frac{1}{3}(a-T)^3-\frac{1}{2}a(t+s-a)^2$$

当 $s\le a$, $t\ge a-s$, $T+t\ge a$, $T+t+s\le 2a$ 时，

$$g_1(t,T)=as(t+T)+\frac{1}{2}as^2+\frac{1}{2}s(a-T)^2-\frac{1}{2}a(t+s-a)^2-\frac{1}{2}sa^2$$
$$-\frac{1}{3}T^3-\frac{1}{2}(a-T-t)T^2-\frac{1}{6}(t+s+T-a)^3-\frac{1}{6}(t+s-a)^3$$

当 $s\le a$, $t\ge a-s$, $T+t\ge a$, $T+t+s\ge 2a$ 时，

$$g_1(t,T)=a^2s+\frac{1}{3}a^3+\frac{1}{2}(a-T-t)a^2+\frac{1}{3}(a-T)^3+\frac{1}{2}(a-t)(a-T)^2$$
$$-\frac{1}{2}(a-T-t)T^2-\frac{1}{2}a(2a-T-t)^2-\frac{1}{2}a(t+s-a)^2-\frac{1}{3}T^3$$

当 $2a\ge s\ge a$, $T+t\le a$, $T+t+s\le 2a$ 时，

$$g_1(t,T)=\frac{1}{2}a(t+s+T-a)^2+\frac{1}{2}(t+s+T)a^2+\frac{1}{3}t^3+\frac{1}{2}(a-t)t^2+\frac{1}{2}(t+s)(a-T)^2$$
$$-\frac{1}{2}a(t+s-a)^2-\frac{2}{3}a^3-\frac{1}{6}(t+s+T-a)^3-\frac{1}{6}(t+T)^3$$
$$-\frac{1}{2}(a-T-t)T^2-\frac{1}{3}T^3-\frac{1}{2}at^2-\frac{1}{6}(t+s-a)^3$$

当 $2a\geq s\geq a$，$T+t\leq a$，$t+s\leq 2a$，$T+t+s\geq 2a$ 时，

$$g_1(t,T)=a^3+a^2(t+s+T-2a)+\frac{1}{2}a(a-T)^2-\frac{1}{6}t^3-\frac{1}{2}a(t+s-a)^2$$
$$-\frac{1}{3}T^3-\frac{1}{2}(a-T-t)T^2-\frac{1}{6}(T+t)^3$$

当 $2a\geq s\geq a$，$T+t\leq a$，$t+s\geq 2a$，$T+t+s\geq 2a$ 时，

$$g_1(t,T)=a^2T+\frac{1}{2}a^3+\frac{1}{2}a(a-T)^2-\frac{1}{3}T^3-\frac{1}{6}(t+T)^3-\frac{1}{2}(a-T-t)T^2-\frac{1}{6}t^3$$

当 $2a\geq s\geq a$，$T+t\geq a$，$t+s\leq 2a$ 时，

$$g_1(t,T)=a^2s+\frac{1}{3}a^3+\frac{1}{2}(a-T-t)(a^2-T^2)+\frac{1}{3}(a-T)^3+\frac{1}{2}(a-t)(a-T)^2$$
$$-\frac{1}{2}a(2a-T-t)^2-\frac{1}{2}a(t+s-a)^2-\frac{1}{3}T^3$$

当 $2a\geq s\geq a$，$T+t\geq a$，$t+s\geq 2a$ 时，

$$g_1(t,T)=\frac{1}{2}a^3+a^2(a-t)+\frac{1}{3}a^3+\frac{1}{3}(a-T)^3+\frac{1}{2}(a-t)(a-T)^2$$
$$-\frac{1}{2}a(2a-T-t)^2-\frac{1}{3}T^3+\frac{1}{2}(a-T-t)(a^2-T^2)$$

模型(8)是一个约束非线性规划，可以用相关的方法求解．例如，我们设计求解过程如下：

步骤 1　得到目标函数在无约束条件下的极小值点 T_0^*；

步骤 2　在 T_0^* 附近搜索满足约束条件的最优解 (t^*,T^*)．

4　模型讨论

企业常常需要判断是否接受一份订单，也就是说，它需要考虑一份给定 T_M，s 和 α 值的订单是否能够被满足的问题．从模型(3)中 $g(t,T)$ 的二次初等函数表达式可以看出，$g(t,T)$ 为分段连续可微函数，从而知道 $g(t,T)$ 的偏导数在确定的分段区间内有恒定的非负或非正性质．我们利用这一性质，可以对其中一个部件存放合并中心情形得到以下结论：

1．当 s 和 T_M 满足 $s+T_M\leq a$ 时，$\dfrac{\partial g(t,T)}{\partial t}>0$，$\dfrac{\partial g(t,T)}{\partial T}>0$．为了提高服务水平，企业应尽可能利用 T_M．在这种情况下，企业所能实现的最大服务水平为：$g_{\max}(t,T)=g(t,T)|_{T+t=T_M}=\dfrac{(s+T_M)^2-T_M{}^2}{2a^2}\leq\dfrac{1}{2}$．如果顾客要求的服务水平 α 大于 $\dfrac{1}{2}$，则企业可以拒绝该订单，或者要求顾客增大 s，T_M 的值．如果 α 小于 $\dfrac{(s+T_M)^2-T_M{}^2}{2a^2}$，企业可以在本模型意义下既满足顾客服务水平，又实现 0 库存，这是因为 $g(t,T)|_{T=0,t=T_M}=g_{\max}$．

2．当 s 和 T_M 满足 $a\leq s+T_M\leq 2a$，$s\leq a$，$T_M\leq a$ 时，我们有：如果顾客要求的服务水平 α 大于 $\dfrac{2as-(a-T_M)^2}{2a^2}$，则企业可以拒绝该订单，或者要求顾客增大 s，T_M 的值．如果顾客要求的服务水平 α 小于 $\dfrac{a^2-(a\ \ldots}{2a^2}$，企业可以在本模型意义下既满足顾客服务水平，又可以实现 0 库存，这时，我们有最优

解 $T^* = 0, t^* = a - s$. 如果顾客要求的服务水平 α 大于 $\frac{a^2 - (a-s)^2}{2a^2}$ 且小于 $\frac{2as - \frac{s^2}{2}}{2a^2}$，企业可以在本模型意义下既满足顾客服务水平，又实现 0 库存，这时，我们有最优解 $T^* = 0, t^* = a - \frac{s}{2}$. 如果顾客要求的服务水平 α 大于 $\frac{2as - \frac{s^2}{2}}{2a^2}$ 且小于 $\frac{2as - (a - T_M)^2}{2a^2}$，企业能够满足此服务水平，但需出现库存.

3. 当 s 和 T_M 满足 $a \le s + T_M \le 2a, a - \frac{s}{2} < T_M, a \le s \le 2a, T_M \le a$ 时，如果顾客要求的服务水平 α 大于 $\frac{2a^2 - (2a - T_M - s)^2}{2a^2}$，则企业可以拒绝该订单，或者要求顾客增大 s 的值. 如果顾客要求的服务水平 α 小于 $\frac{2a^2 - \frac{1}{2}(s - 2a)^2}{2a^2}$，企业可以在本模型意义下既满足顾客服务水平，又实现 0 库存，这时，我们有最优解 $T^* = 0, t^* = a - \frac{s}{2}$. 在其它情况企业能够满足服务水平，但需发生库存.

4. 当 s 和 T_M 满足 $a \le s + T_M \le 2a, a - \frac{s}{2} \ge T_M, a \le s \le 2a$ 时，如果顾客要求的服务水平 α 大于 $g_{\max}(t,T) = g(t,T)|_{T=T_M, t=0} = \frac{2as - (a - T_M - s)^2 - (a - T_M)^2 + {T_M}^2}{2a^2}$，则企业可以拒绝该订单，或者要求顾客增大 s, T_M 的值. 如果顾客要求的服务水平 α 小于 $g(t,T)|_{T=0, t=T_M} = \frac{2as - (a - T_M - s)^2 - (a - T_M)^2}{2a^2}$，企业可以在本模型意义下既满足顾客服务水平，又实现 0 库存. 在其它情况企业能够满足服务水平，但需库存.

5. 当 s 和 T_M 满足 $a \le s + T_M \le 2a, s \le a, a \le T_M \le 2a$ 时，如果顾客要求的服务水平 α 大于 $\frac{s}{a}$，则企业可以拒绝该订单，或者要求顾客增大 s 的值. 如果顾客要求的服务水平 α 大于 $\frac{a^2 - (a-s)^2}{2a^2}$ 且小于 $\frac{s}{a}$，则企业可以接收该订单，但会出现库存. 如果顾客要求的服务水平 α 小于 $\frac{a^2 - (a-s)^2}{2a^2}$，则企业可以接收该订单，并且在本模型意义下无库存.

6. 当 s 和 T_M 满足 $2a \le s + T_M \le 3a, s \le a, a \le T_M \le 2a$ 时，如果顾客要求的服务水平 α 大于 $\frac{s}{a}$，则企业可以拒绝该订单，或者要求顾客增大 s 的值. 如果顾客要求的服务水平 α 大于 $\frac{a^2 - (a-s)^2}{2a^2}$ 且小于 $\frac{s}{a}$，则企业可以接收该订单，但会出现库存. 如果顾客要求的服务水平 α 小于 $\frac{a^2 - (a-s)^2}{2a^2}$，则企业可以接收该订单，并且在本模型意义下无库存.

7. 当 s 和 T_M 满足 $2a \le s + T_M \le 3a, a \le s \le 2a, T_M \le a$ 或者 $2a \le s + T_M \le 3a, a \le s \le 2a, a \le T_M \le 2a$ 或者 $3a \le s + T_M \le 4a, a \le s \le 2a, a \le T_M \le 2a$ 时，如果顾客要求的服务水平 α 大于 1，则企业拒绝该订单. 如果顾客要求的服务水平 α 小于 $\frac{2a^2 - \frac{1}{2}(2a - s)^2}{2a^2}$，则企业可以接收该订单，并且在本模型意义下不出现库存. 在其它情况企业可以接受该订单，但会出现库存.

在上面的讨论中我们没有涉及到 $2a \le s$ 的情形，这是因为当 $s \ge 2a$ 时合并中心必然在本模型意义下实现 0 库存，且满足定时送货.

由于合并中心不存放配件情形的模型较复杂，我们仅在此给出一个数值例子. 各个给定的参数值分别为：时间窗口长度为 $s = 5$ 天，顾客给的净提前期 $T_M = 6$ 天（实际提前期为 6+5=11 天），均匀分布参数 $a = 3$ 天，部件 1 的单位时间单件库存费 $h_1 = 6$ 元/天，部件 1 的单位时间单件库存费 $h_2 = 21$ 元/天，顾客要求的服务水平为 $\alpha = 0.95$. 我们利用 MATLAB 计算该实例的最优解，并且，作为对照，我们给出没有采用

此优化模型的几组数据(见表 1).

表 1 计算实例

	最优解	对照情形							
(t,T)	(1,1)	(0,1)	(1,0)	(2,1)	(1,2)	(1,3)	(2,2)	(2,3)	(3,3)
$g(t,T)$	0.9691	0.7099	0.9877	0.8272	0.9506	0.9444	0.7840	0.7778	0.5
$f(T)$	10	10	13.5	10	12.5	18	12.5	18	18

从上面的数据可以看出,它们或者不能满足顾客要求的服务水平或者单件库存费高于最优解. 当顾客从合并中心订购的货物批量较大时,模型(8)的最优解可在该模型意义下较大比例地降低合并中心的库存费用.

5 小结

本文给出了带时间窗口的分布式配送系统的两个数学模型和求解步骤,并对模型进行了讨论,指出了企业可根据服务水平函数的性质在库存费用与服务水平之间作出折衷的选择. 本文只是对分布式配送系统给出了两个简单的模型. 我们认为至少可以从以下几个方面对该系统作进一步的讨论:1)在运输时间服从其它分布的情况下,讨论该系统的性质. 2)本文的目标函数只含有库存费用,考虑加入运输费用等后建立模型并讨论其性质.

参考文献:

[1] 韩坚,吴澄,范玉顺. 供应链建模与管理的技术现状和发展趋势[J]. 计算机集成制造系统——CIMS,1998,4(4):8-14.

[2] Kopczak L R. Coordinated Order Delivery under Distributed Distribution[R]. Stanford University,1995.

[3] Yano C A. Setting planned lead times in serial production systems with tardiness costs[J]. Management Science,1987,33(1):95-106.

[4] Yano C A. Stochastic leadtimes in two-level assembly systems[J]. IIE Transactions,1987,19(4):371-378.

[5] Kumar A. Component inventory costs in an assembly problem with uncertain leadtimes[J]. IIE Transactions,1989,21(2):112-121.

带时间窗口的分布式配送系统在运输时间均匀分布条件下的性能分析

作者： 李鉴， 谢金星
作者单位： 清华大学数学科学系,北京,100084
刊名： 系统工程理论与实践ISTIC EI PKU
英文刊名： SYSTEMS ENGINEERING——THEORY & PRACTICE
年，卷(期)： 2002,22(3)

参考文献(5条)

1. Kumar A Component inventory costs in an assembly problem with uncertain leadtimes [外文期刊] 1989(02)

2. Yano C A Stochastic leadtimes in two-level assembly systems 1987(04)

3. Yano C A Setting planned lead times in serial production systems with tardiness costs 1987(01)

4. Kopczak L R Coordinated Order Delivery under Distributed Distribution 1995

5. 韩坚;吴澄;范玉顺 供应链建模与管理的技术现状和发展趋势 1998(04)

本文读者也读过(10条)

引证文献(5条)

1.贺竹磬.孙林岩.汪翼 分布式配送网络系统设计研究[期刊论文]-中国机械工程 2007(24)

2.陶经辉 物流园区数量确定和选址规划研究[期刊论文]-软科学 2006(2)

3.谢挺 基于网络流的供应链模型研究[学位论文]硕士 2006

4.王山东 基于GIS的供应链模型研究[学位论文]博士 2004

5.卢厚清 “运输”问题的优化模型、算法及其在现代集成制造系统中的应用[学位论文]博士 2004