供应链系统优化与重组的一种数量化方法

张昭贵[1], 杨德权[2], 高德华[3]

(1.复旦大学 经济学院, 上海 200433;
2.大连理工大学 系统工程研究所, 辽宁 大连 116023;
3.山东工商学院 管理科学与工程学院, 山东 烟台 264005)

摘　要: 在现有供应链线性优化模型研究的基础上, 基于线性规划, 给出了在保持线性规划最优解结构不发生改变的情况下, 通过调整模型中技术系数参数实现目标函数最优值进一步改善的新方法, 以期为供应链系统优化与重组的数量化分析提供一种行之有效的方法与技术工具。

关键词: 供应链管理; 业务过程重组; 线性规划; 对偶

中图分类号: F253.9　　文献标识码: A　　文章编号: 1001-7348(2006)10-0085-03

1　问题的提出

在全球化市场竞争日益激烈的环境下, 供应链管理已成为当今企业运作管理的热点, 能否有效管理供应链是企业成功与否的重要标志之一。

目前, 对供应链优化设计问题的研究大多是从模型化方法和业务过程重组方法两个方面开展的, 主要集中在各种策略的选择, 如决定生产方式、销售方式、生产技术、供应链中的成员数量、生产计划和库存策略等。张相斌等[3]将逆优化的理论引入到供应链系统优化模型的求解中, 建立起供应链系统整体最优生产计划模型同供应链系统业务流程重组的内在联系, 提出了以最优生产计划模型引导业务流程重组, 以业务流程重组实现供应链整体最优设计的理论与方法。但在实际的应用中, 通常要制订出切实可行的预期生产目标并非易事, 尤其是当供应链系统处于相对比较稳定的环境时, 通常对系统生产方案组合仅需要在数量上进行局部的调整, 而并不对其总体结构产生影响。此时, 逆优化方法的实施就有可能收效甚微。针对这种情形, 本文尝试将徐成龙等提出的线性规划技术系数参数优化的方法[4], 引入到供应链优化与重组的研究中来。我们从线性规划的对偶定理出发, 重新做了独立的推导与证明, 得到与文献[4]相类似的结论, 从而给出在不改变线性规划最优解结构的前提下, 实现目标函数最优值进一步改善的一种新方法, 以应用于供应链系统优化与重组的数量化分析与辅助决策的具体实践。

2　基于过程的供应链系统优化模型

组建供应链的直接目的就是利用企业外部资源快速响应市场需求和降低运营成本, 因此, 供应链管理的目标既在于提高用户服务水平和降低运营成本。显然, 提高供应链的用户服务水平需要借助于以信息技术为主的各种科学技术和管理技术, 而降低供应链整体运营成本则主要借助于以数学规划为基础的计划管理技术。所以, 通过建立供应链系统的数学模型, 对供应链系统进行优化的目标应该是降低整个供应链系统的运营成本。

设某供应链系统由 1 个核心企业、1 个零部件物流中心、N_s 个零部件供应商和 N_t 个分销中心组成; 该供应链系统在计划期内生产 n 种产品, 生产这 n 种产品共需 m 种零部件, 核心企业每年生产 1 个单位第 i 种产品的可变成本为 V_i, 需要 M_{ij} 单位的第 j 种零部件, 核心企业的固定成本为 F_k; 第 s 个供应商生产第 j 种零部件, 则 $\delta_{js}=1$, 否则 $\delta_{js}=0$, 生产第 j 种零部件的可变成本为 V_{js}, 固定成本为 F_s, 从第 s 个供应商运输零部件的可变成本为 C_{js}; 第 j 种零部件在物流中心的存储时间为 T_j, 单位时间单位存储费用为 λ, 安全库存量为 I_j, 从物流中心运输第 j 种零部件到核心企业的单位成本为 C_j, 物流中心的固定成本 F_p; 第 i 种产品从核心企业运输到第 t 个分销中心的单位成本 C_{it}, 产品 i 在第 t 个分销中心单位销售成本为 V_{it}, F_t 为第 t 个分销中心的固定成本, D_{it} 为第 t 个分销中心对产品 i 的平均分销能力。

张相斌等基于业务过程建立了供应链系统产品生产计划的线性规划模型如下[3]:

收稿日期: 2005-11-07
基金项目: 国家自然科学基金项目(70371055)
作者简介: 张昭贵, 男, 复旦大学经济学院博士后; 高德华, 男, 大连理工大学系统工程研究所硕士研究生; 杨德权, 男, 大连理工大学系统工程研究所副教授, 博士。

$$\min TC(Q)=\sum_{i=1}^{n}A_iq_i+C$$

$$\text{s.t.}\begin{cases}\sum_{i=1}^{n}M_{ij}q_i+I_j\le CP_j\\ \sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{j=1}^{m}\delta_{js}G_iM_{ij}\right)q_i+\sum_{j=1}^{m}\delta_{js}G_iI_j\le CC_s\\ \sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{j=1}^{m}\delta_{js}V_{js}M_{ij}\right)q_i+\sum_{j=1}^{m}\delta_{js}V_{js}I_j+F_s\le BP_s\\ \sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{j=1}^{m}\delta_{js}C_{js}M_{ij}\right)q_i+\sum_{j=1}^{m}\delta_{js}C_{js}I_j\le BC_s\\ \sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{j=1}^{m}\lambda_jT_jM_{ij}\right)q_i+T_p\le BI\\ \sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{t=1}^{N_t}C_{it}D_{it}\Big/\sum_{t=1}^{N_t}D_{it}\right)q_i\le BT\\ \left(\sum_{t=1}^{N_t}q_iV_{it}D_{it}\Big/\sum_{t=1}^{N_t}D_{it}\right)+F_t\le BD_t\\ \sum_{i=1}^{n}V_iq_i\le CT\\ \sum_{i=1}^{n}V_iq_i+F_k\le BM\\ 0\le q_i\le\min\left\{Q_i,\sum_{t=1}^{N_t}D_{it}\right\}\\ i=1,2,\cdots,n;\ j=1,2,\cdots,m\\ s=1,2,\cdots,N_s,\ t=1,2,\cdots,N_t\end{cases}\tag{1}$$

式中:

$$A_i=\sum_{j=1}^{m}\sum_{s=1}^{N_s}(V_{js}+C_{js})\delta_{js}M_{ij}+\sum(C_j+T_j\lambda_j)M_{ij}+\sum_{t=1}^{N_t}(C_{it}+V_{it})D_{it}\Big/\sum_{t=1}^{N_t}D_{it}+V_i$$

$$C=\sum_{j=1}^{m}\sum_{s=1}^{N_s}(V_{js}+C_{js})\delta_{js}I_j+\sum_{s=1}^{N_s}F_s+\sum_{t=1}^{N_t}F_t+F_p+F_k$$

相应约束条件由上至下分别表示了供应链系统各零部件供应商的生产过程能力约束、零部件运输过程能力约束、产品生产过程能力约束、产品运输过程能力约束、产品分销过程能力约束、各零部件供应商零部件生产过程的资金预算约束、各零部件供应商零部件运输过程的资金预算约束、零部件库存过程的资金预算约束、产品生产过程的资金预算约束、产品运输过程的资金预算约束和各分销中心产品分销过程的资金预算约束等。

3 供应链业务过程重组的一种新方法

3.1 技术系数参数变化的可行性与最优性条件

为了在不改变线性规划的最优解的结构的前提下,实现目标函数最优值的进一步改善,引入剩余变量,将(1)式转换为如下的线性规划标准型:

$$\min TC(Q)=\sum_{j=1}^{n}A_iq_i+C$$

$$\text{s.t.}\begin{cases}R_{11}q_1+R_{12}q_2+\cdots+R_{1n}q_n+q_{n+1}=S_1\\ R_{21}q_1+R_{22}q_2+\cdots+R_{2n}q_n+q_{n+2}=S_2\\ \cdots\cdots\cdots\cdots\\ R_{i1}q_1+R_{i2}q_2+\cdots+R_{in}q_n+q_{n+i}=S_i\\ \cdots\cdots\cdots\cdots\\ R_{w1}q_1+R_{w2}q_2+\cdots+R_{wn}q_n+q_{n+w}=S_w\end{cases}\tag{2}$$

根据线性规划的灵敏度分析理论[5,6],非基变量技术系数的微小变化不足以引起最优解的变化,也不会引起目标函数最优值的改变;若要目标函数值发生变化,则技术系数的变化必须超过一定的限度(正值或负值)。亦即,只有当技术系数可以作较大改动时,才有必要考虑调整非基变量列的技术系数。此时,该技术系数参数对应的变量将会成为基变量。因此,这里只分析基变量技术系数参数的调整。

首先给出下面的引理:

引理 1(Sherman-Morrison 公式):设 A 为 n 阶可逆矩阵,α、β 为 n 维列向量,且 $1+\beta^TA^{-1}\alpha\neq0$,则有:

$$(A+\alpha\beta^T)^{-1}=A^{-1}-\frac{1}{1+\beta^TA^{-1}\alpha}\cdot A^{-1}\alpha\beta^TA^{-1}\tag{3}$$

证明:$\because A+\alpha\beta^T=A(E_n+A^{-1}\alpha\beta^T)$,又已知 $1+\beta^TA^{-1}\alpha\neq0$,由直接验证,得:

$$(A+\alpha\beta^T)^{-1}=(E_n+A^{-1}\alpha\beta^T)^{-1}A^{-1}$$
$$=A^{-1}-\frac{1}{1+\beta^TA^{-1}\alpha}\cdot A^{-1}\alpha\beta^TA^{-1}$$

证毕。

设基本变量 q_{ti} 对应目标函数的系数为 A_{ti},基矩阵为 B,R_{ij} 为(2)式中第 i 行第 j 列元素,p_{ij} 为逆矩阵 B^{-1} 中第 i 行第 j 列的元素,且设q的基本变量q_{t_l}的系数 R_{rt_l}变化为 $R_{rt_l}+\Delta R_{rt_l}$。令:

$$\overline{\Delta R_{rt_l}^{1}}=\begin{cases}+\infty, & p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}\ge0,\ i=1,2,\cdots,w\\ \min\left\{\dfrac{q_{t_i}}{p_{ir}q_{t_i}-p_{lr}q_{t_i}}\,\middle|\,p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}<0\right\}\end{cases}\tag{4a}$$

$$\underline{\Delta R_{rt_l}^{1}}=\begin{cases}-\infty, & p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}\le0,\ i=1,2,\cdots,w\\ \max\left\{\dfrac{q_{t_i}}{p_{ir}q_{t_l}-p_{lr}q_{t_i}}\,\middle|\,p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}>0\right\}\end{cases}\tag{4b}$$

定理 1:当技术系数参数 R_{rt_l}的调整量 ΔR_{rt_l}满足 $\underline{\Delta R_{rt_l}^{1}}\le\Delta R_{rt_l}\le\overline{\Delta R_{rt_l}^{1}}$,且 $1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}>0$ 时,基本解 q 是可行的。

证明:由引理 1,记 w 维列向量:

$$\alpha=\begin{bmatrix}0\\0\\\vdots\\1\\\vdots\\0\end{bmatrix}\leftarrow\text{第 } r \text{ 行},\quad \beta=\begin{bmatrix}0\\0\\\vdots\\\Delta R_{rt_l}\\\vdots\\0\end{bmatrix}\leftarrow\text{第 } t_l \text{ 行}$$

技术系数调整后的最优基矩阵记为 B',则有:

$$B'=\begin{bmatrix}R_{1t_1}&a_{1t_2}&\cdots&R_{1t_l}&\cdots&R_{1t_m}\\R_{2t_1}&a_{2t_2}&\cdots&R_{2t_l}&\cdots&R_{2t_m}\\\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots\\R_{rt_1}&a_{rt_2}&\cdots&R_{rt_l}+\Delta R_{rt_l}&\cdots&R_{rt_m}\\\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots\\R_{wt_1}&R_{wt_2}&\cdots&R_{wr_l}&\cdots&R_{wt_m}\end{bmatrix}$$
$$=B+\alpha\beta^T\tag{5}$$

故,可得相应的逆矩阵:

$$(B')^{-1}=(B+\alpha\beta^T)^{-1}=B^{-1}-\frac{1}{1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}}DB^{-1}$$

其中,

$$D=\begin{bmatrix}0&\cdots&0&\Delta R_{rt_l}p_{1r}&0&\cdots&0\\0&\cdots&0&\Delta R_{rt_l}p_{2r}&0&\cdots&0\\\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots\\0&\cdots&0&\Delta R_{rt_l}p_{wr}&0&\cdots&0\end{bmatrix}\tag{6}$$

↑第 l 列

因此,与线性规划的一个基 B 对应的基本解为:

$$q=(B')^{-1}S$$
$$=\left(B^{-1}-\frac{1}{1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}}DB^{-1}\right)S$$
$$=\frac{1}{1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}}[(1+\Delta R_{rt_l}p_{lr})E_n-D]B^{-1}S$$
$$=\frac{1}{1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}}D_Dq_t\tag{7}$$

其中,

$$D_D=\begin{bmatrix}1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}&0&\cdots&0&-\Delta R_{rt_l}p_{1r}&0&\cdots&0\\0&1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}&\cdots&0&-\Delta R_{rt_l}p_{2r}&0&\cdots&0\\\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots\\0&0&\cdots&1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}&-\Delta R_{rt_l}p_{(l-1)r}&0&\cdots&0\\0&0&\cdots&0&1&0&\cdots&0\\0&0&\cdots&0&-\Delta R_{rt_l}p_{(l+1)r}&1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}&\cdots&0\\\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots&\cdots\\0&0&\cdots&0&-\Delta R_{rt_l}p_{wr}&0&\cdots&1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}\end{bmatrix}\tag{8}$$

所以,可得基本解:

$$q=\frac{1}{1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}}\times\begin{bmatrix} q_{t_1}+\Delta R_{rt_l}(p_{lr}q_{t_1}-p_{1r}q_{t_l}) \\ q_{t_2}+\Delta R_{rt_l}(p_{lr}q_{t_2}-p_{2r}q_{t_l}) \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ q_{t_{l-1}}+\Delta R_{rt_l}(p_{lr}q_{t_{l-1}}-p_{(l-1)r}q_{t_l}) \\ q_{t_l} \\ q_{t_{l+1}}+\Delta R_{rt_l}(p_{lr}q_{t_{l+1}}-p_{(l+1)r}q_{t_l}) \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ q_{t_w}+\Delta R_{rt_l}(p_{lr}q_{t_w}-p_{wr}q_{t_l}) \end{bmatrix} \tag{9}$$

假设基本解 q **是可行的，则有** $q\geq 0$**，亦即：**

(1) **当** $p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}\geq 0$ **且** $1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}>0$ **时，若** $p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}\neq 0$**，则：**

$$\Delta R^{1}_{rt_l}\begin{cases}\leq +\infty \\ \geq \dfrac{q_{t_i}}{p_{ir}q_{t_l}-p_{lr}q_{t_i}}, p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}\neq 0, i=1,2\cdots w; (i\neq l)\end{cases} \tag{10a}$$

(2) **当** $p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}\leq 0$ **且** $1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}>0$ **时，若** $p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}\neq 0$**，则：**

$$\Delta R^{1}_{rt_l}\begin{cases}\geq -\infty \\ \leq \dfrac{q_{t_i}}{p_{ir}q_{t_l}-p_{lr}q_{t_i}}, p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}\neq 0, i=1,2\cdots w; (i\neq l)\end{cases} \tag{10b}$$

从而，记：

$$\overline{\Delta R}^{1}_{rt_l}=\begin{cases}+\infty, p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}\geq 0, i=1,2,\cdots,w \\ \min\left\{\dfrac{q_{t_i}}{p_{ir}q_{t_l}-p_{lr}q_{t_i}} \middle| p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}<0\right\}\end{cases}$$

$$\underline{\Delta R}^{1}_{rt_l}=\begin{cases}-\infty, p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}\leq 0, i=1,2,\cdots,w \\ \max\left\{\dfrac{q_{t_i}}{p_{ir}q_{t_l}-p_{lr}q_{t_i}} \middle| p_{lr}q_{t_i}-p_{ir}q_{t_l}>0\right\}\end{cases}$$

命题即可得证。

证毕。

同样地，考察线性规划的对偶形式，令对偶变量 $y=(B^T)^{-1}A$**，则显然易得：**

$$A^Tq=A^T(B^T)^{-1}S=((B^T)^{-1}A)^TS=y^TS \tag{11}$$

若定义：

$$\overline{\Delta R}^{2}_{rt_l}=\begin{cases}+\infty, p_{lr}y_{t_i}-p_{li}y_{t_r}\geq 0, i=1,2,\cdots,w \\ \min\left\{\dfrac{y_{t_i}}{p_{ir}y_{t_r}-p_{lr}y_{t_i}} \middle| p_{lr}y_{t_i}-p_{li}y_{t_r}<0\right\}\end{cases} \tag{12a}$$

$$\underline{\Delta R}^{2}_{rt_l}=\begin{cases}-\infty, p_{lr}y_{t_i}-p_{li}y_{t_r}\leq 0, i=1,2,\cdots,w \\ \max\left\{\dfrac{y_{t_i}}{p_{ir}y_{t_l}-p_{lr}y_{t_i}} \middle| p_{lr}y_{t_i}-p_{ir}y_{tr}>0\right\}\end{cases} \tag{12b}$$

相应地，则有：

推论 1：**当技术系数参数** R_{rt_l} **的调整量** ΔR_{rt_l} **满足** $\underline{\Delta R}^{2}_{rt_l}\leq\Delta R_{rt_l}\leq\overline{\Delta R}^{2}_{rt_l}$**，且** $1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}>0$ **时，对偶问题的基本解** y **是可行的。**

根据线性规划对偶理论的知识，当线性规划原问题与对偶问题的基本解 q **和** y **分别为可行解，并且当** $A^Tq=y^TS$ **时，则该基本解** q **和** y **亦分别为原问题和对偶问题的最优解。记：**

$$\overline{\Delta R}_{rt_l}=\min\{\overline{\Delta R}^{1}_{rt_l},\overline{\Delta R}^{2}_{rt_l}\} \tag{13a}$$

$$\underline{\Delta R}_{rt_l}=\max\{\underline{\Delta R}^{1}_{rt_l},\underline{\Delta R}^{2}_{rt_l}\} \tag{13b}$$

则可得：

推论 2：**当** $\Delta R_{rt_l}\leq$ **满足**

$$\underline{\Delta R}_{rt_l}\leq\Delta R_{rt_l}\leq\overline{\Delta R}_{rt_l}$$

且 $1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}>0$ **时，可行解** q **为线性规划问题** (2) **的最优解。**

3.2 调整技术系数参数对目标函数值的影响

当最优解 x **的基本变量** x_{t_l} **的系数** a_{t_l} **变化为** $a_{t_l}+\Delta a_{t_l}$ **时，相应的线性规划模型中目标函数最优值：**

$$\begin{aligned} TC(Q)&=A^T(B^T)^{-1}S+C \\ &=A^T\left(B^{-1}-\frac{1}{1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}}DB^{-1}\right)S+C \\ &=A^TB^{-1}S-\frac{A^T}{1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}}DB^{-1}S+C \\ &=TC^0(Q)-\frac{\Delta R_{rt_l}p_{lr}}{1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}}\sum_{i=1}^{w}A_{t_i}p_{ir} \end{aligned} \tag{14}$$

所以，可得相应的逆优化模型为：

$$\min TC(Q)=TC^0(Q)-\frac{\Delta R_{rt_l}p_{lr}}{1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}}\sum_{i=1}^{w}A_{t_i}p_{ir}$$
$$\text{s.t.}\begin{cases}\underline{\Delta R}_{rt_l}\leq\Delta R_{rt_l}\leq\overline{\Delta R}_{rt_l} \\ 1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}>0\end{cases} \tag{15}$$

由目标函数 $TC(Q)$ **对变量** ΔR_{rt_l} **的偏导数：**

$$\begin{aligned}\frac{\partial TC(Q)}{\partial\Delta R_{rt_l}}&=\frac{\partial}{\partial\Delta R_{rt_l}}\left(TC^0(Q)-\frac{\Delta R_{rt_l}p_{lr}}{1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}}\sum_{i=1}^{w}A_{t_i}p_{ir}\right) \\ &=-\sum_{i=1}^{w}A_{t_i}p_{ir}\frac{q_{t_l}}{(1+\Delta R_{rt_l}p_{lr})^2}\end{aligned} \tag{16}$$

函数 $TC(Q)$ **的单调性与** $\sum_{i=1}^{w}A_{t_i}p_{ir}$ **的取值有关。故，有如下的定理** 2：

定理 2：**在确使线性规划模型** (2) **的最优解的结构不发生改变，即** ΔR_{rt_l} **满足** $\underline{\Delta R}_{rt_l}\leq\Delta R_{rt_l}\leq\overline{\Delta R}_{rt_l}$**，且** $1+\Delta R_{rt_l}p_{lr}>0$ **的情况下，当** $\sum_{i=1}^{w}A_{t_i}p_{ir}>0$, $q_{t_l}>0$ **时，如果** $\Delta R_{rt_l}>0$**，则** $TC(Q)<TC^0(Q)$**，函数** $TC(Q)$ **在** $\Delta R_{rt_l}=\overline{\Delta R}_{rt_l}$ **处取得极小值；当** $\sum_{i=1}^{w}A_{t_i}p_{ir}<0$, $q_{t_l}>0$ **时，如果** $\Delta R_{rt_l}<0$**，则** $TC(Q)<TC^0(Q)$**，函数** $TC(Q)$ **在** $\Delta R_{rt_l}=\underline{\Delta R}_{rt_l}$**，函数在处取得极小值，供应链系统总的运营成本** $TC(Q)$ **得到更进一步地优化与改善。**

4 结论

综合上面论述，参照文献[4]**给出在不改变预期生产目标方案（即线性规划最优解）的结构的前提下，通过对业务过程的优化与重组，调整线性规划模型中的技术系数参数，以改善目标函数最优值，从而降低供应链系统运营成本的具体操作程序如下：**

(1) **基于业务过程建立供应链系统运营的线性规划模型，并将其化为如问题** (2) **的标准型；**

(2) **计算求解线性规划最优解** q^***，由上面的讨论，确定原有变量中属于基变量的技术系数列作为技术系数参数调整的范围，分别设为第** j_1、j_2、$\cdots$、j_L **列；**

(3) **计算求解线性规划的对偶问题，得对偶最优解** y^* **(即影子价格)；**

(4) **根据线性规划影子价格的经济解释**[6]，$y_i^*>0$ **只有当时所对应的约束条件为紧约束条件，对该行中的技术系数参数进行调整可以有效改善目标函数最优值，因此确定与** $y_i^*>0$ **所对应的各行，分别设为第** i_1、i_2、$\cdots$、i_R **行；**

(5) i_r **行与** j_l **列交叉的技术系数即为需要调整的技术系数；**

(6) **按照定理** 2 **调整相应的技术系数参数；**

(7) **根据式** (16) **技术系数参数对目标函数的贡献（亦即供应链系统业务过程重组的边际收益），结合对优化重组业务过程的成本函数以及所处市场环境等相关因素的分析，确定技术系数参数实际可行的调整量。**

由于这里技术系数参数 R_{ij} **实际表示了供应链系统中供应商的零部件生产、运输过程和库存过程，以及核心企业产品生产、运输过程和分销中心产品分销过程中的单位产品能力（总能力）约束或资金预算约束等，因此，通过上述** (1)~(7) **的操作流程的实施，本文基于线性规划，给出了实施供应链系统优化与重组的一种新的数量化分析方法、技术和工具。**

参考文献：

[1] [美] Chopra S, Meindl P.供应链管理：战略、规划与运营[M].李丽萍等译.北京：社会科学文献出版社，2003.

论科技生态系统及其干预

覃　睿[1], 田先钰[2]

(1.中国民航学院 科技处; 2.天津市东丽区科委, 天津 300300)

摘　要: 科技生态系统是由与科技有关的各种相互关联的要素所组成的, 这些要素构成不同的科技生态种群和科技生态环境。对科技生态种群和科技生态环境进行了系统地阐述, 并指出贯穿于科技生态系统的主线是利益驱动的人类"偏好性"行为, 其有效地调节着科技生态系统的运行, 可以通过市场或中央计划进行制度性的安排, 从而产生协调的科技生态系统之生态关系。

关键词: 科技系统; 科技生态系统; 科技生态学

中图分类号: G301　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1001-7348(2006)10-0088-03

0　前言

科技之于生态的研究范畴包括两个方面: 一是科技之于生态伦理价值观。这一研究范式源于日益严重的生态问题所导致的人类对科学技术的社会效应及其后果的反思。如威廉·莱斯在《自然的控制》一书中对西方哲学文化价值观中"控制自然"观念及其社会后果进行了系统且深刻的反思[1]。杨杰、陈杰、雍兰利、王文芳等学者强调科技创新过程中的人类可持续发展以及人与自然和谐的生态伦理观[2-6]。二是科技之生态系统观。这一研究范式之"生态"乃为隐喻, 并称之为科技生态学, 是研究各科技要素之间及其周围经济社会环境之间相互关系的学科[7]。在此理念下, 科技生态系统被定义为"人类科技活动赖以正常进行并经适当配置的一切功能要素的总和", 划分为 4 个组成部分: 主体(创造和提供科技成果)、受体(接纳并物化科技成果)、媒体(负责沟通主体与受体双方之间关系)和助体(促进主体、受体和媒体三方的生存与发展), 并从调动主体活力、激发受体需求、提升媒体素质和完善助体功能四个方面讨论了科技之生态系统的和谐优化。此科技之生态系统观与刘易斯·芒福德的"技术生态"(ecology of technics)有所不同。刘易斯·芒福德将"科技生态"作为

[2] Jeremy F. Shapiro. Modeling the supply chain(影印版) [M].北京: 中信出版社, 2002.

[3] 张相斌.基于逆线性规划的供应链系统重构理论与方法[R].大连: 大连理工大学博士后出站报告, 2002.

[4] 徐成龙, 吴建中.LP 问题技术系数优化的一种方法[J].上海交通大学学报, 2001, 35, (6): 926-929.

[5] Fang Shucheng, Puthenpura S. Linear Optimization and Extensions: Theory and Algorithms[M]. Prentice Hall, Englewood Cliffs,New Jersey,1993.

[6] 魏权龄, 王日爽, 徐兵.数学规划引论[M].北京: 北京航空航天大学出版社, 1991.

(责任编辑: 董小玉)

A Quantitative Method to Optimize and Re-organize the Supply Chain System

Abstract: From the present literature about studies on linear optimal models of the supply chain and based on linear programming, the paper providesa new method to improve the optimal value of the objective function by adjusting the technique coefficients, without changing the structure of the LP's optimal solution. And this provides an effective technology and tools for the quantitative analysis during the supply chain system's optimization and re-organization process.

Key words: supply chain management; business process reengineering; linear programming; duality

收稿日期: 2005-12-07

作者简介: 覃睿(1974-), 四川阆中人, 硕士, 讲师, 研究方向为科技管理、创新; 田先钰(1961-), 天津人, 博士生, 高级教师, 研究方向为科技管理。