

# 基于可靠性的供应链冗余设计及成员重要度分析

陈 成,薛恒新,张庆民

(南京理工大学 经济与管理学院,南京 210094)

**摘 要:**首先,根据供应链中 6 类生产依赖关系引出生产相关度概念,提出了基于最小路集的供应链可靠性算法;然后,将冗余设计和成员重要度分析引入供应链可靠性设计;最后,设计了 6 种带冗余的供应链结构,进行了可靠度计算,并对供应链成员企业进行了概率重要度和关键重要度分析。

**关键词:**供应链可靠性;冗余设计;成员重要度;最小路集

**中图分类号:**F274 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2009)03-0113-06

当前,供应链中断事件频繁发生,其造成的后果日益严重。如何提高供应链的可靠性,已经引起国内外学者的广泛关注。Thomas 于 2002 年首次将可靠性工程应用到供应链中,提出了供应链可靠性概念<sup>[1]</sup>。研究供应链的可靠性,就是要将整个供应链系统中的不确定性因素降至最低,保证供应链上物流、信息流和资金流的正常流动,增强整个供应链系统的灵活性和确定性,降低采购供应和交易的成本,真正达到通过优化供应链管理提高企业竞争力的目的<sup>[2]</sup>。基于可靠性工程理论,本文把供应链可靠性定义为:供应链系统在一定时间内、在完全竞争的市场条件下完成规定订单产品、服务以及各项业务的无故障运行能力。

文献[3]利用 Meta 图对供应链可靠性进行了建模分析;文献[4]分析了仓库在提高系统可靠性方面的作用;文献[5]提出了供应链固有可靠性和运作可靠性,并给出了定性分析;文献[6]运用层次分析法对供应链基本结构模型的可靠性问题进行了定量研究,提出了可靠性评价方法;文献[7]运用随机着色 Petri 网对供应链可靠性问题进行了建模分析;文献[8]运用有向二部图和随机过程的方法,给出了一个综合时间及内外因素的供应链可靠性模型。

现有文献主要是对供应链的整体可靠性进行建模分析与评价研究。事实上,供应链成员企业(以下简称成员企业)的可靠性是供应链整体可靠性的微观基础,它的变化会影响供应链的整体可靠性。如何从可靠性角度出发对供应链中企业进行重要度分析,如何通过可靠性设计来提高供应链的整体可靠性,本文将针对这两方面内容进行研究。

## 1 供应链可靠性计算

### 1.1 生产依赖关系

作为一种新型的网络组织形式,供应链是由诸多供需关系明显的企业形成的网络集合体。它已经从单纯的上游供应商到下游客户的单一链状结构,演变成为一种从上游多重供应商到下游多重客户的复杂网络结构。

在这种复杂的网络结构中,供应链中成员企业间的关系已从单纯的两企业关系(如供应商-零售商关系),演变为既有纵向、又有横向的网络依存关系。这种复杂的网络结构不仅包括单条供应链上企业的相互协作,而且还包括不同的单条供应链上企业的跨链间协调和合作。

在供应链这个特殊的网络上,虽然每个成员企业都是一个独立实体,但是由于处在供应链的某一特定环节上,生产原料在前后环节间流动,导致企业间生产依赖关系的产生,这种生产依赖关系的紧密程度,称之为生产依赖性。

假设供应链上两个直接相连的成员企业为  $x$ 、 $y$ ,生产过程分别为  $a$ 、 $b$ ,输出产品分别为  $\psi$ 、 $\phi$ ,则  $x$  与  $y$  之间存在三种生产依赖——强依赖、弱依赖和无依赖。

1)表达式  $NEC(x, y, a, \psi)$ ,称为  $x$  强依赖  $y$ ,表示企业  $x$  生产  $\psi$ ,但是不能独立完成,生产过程  $a$  中的部分工作必须依赖企业  $y$  来完成。

2)表达式  $WEAK(x, y, a, \psi)$ ,称为  $x$  弱依赖  $y$ ,表示企业  $x$  能够独立地生产  $\psi$ ,但是生产过程  $a$  中的部分工作如果由企业  $y$  来替代实现则生产效率会更高。

收稿日期:2008-12-05

作者简介:陈成(1978—),男,江苏扬州人,南京理工大学经济与管理学院博士研究生,研究方向:供应链管理;薛恒新(1946—),男,江苏泰兴人,南京理工大学经济与管理学院教授,博士生导师,研究方向:管理信息系统;张庆民(1976—),男,山东邹城人,南京理工大学经济与管理学院博士研究生,研究方向:供应链管理。

3) 表达式  $NULL(x, y, a, )$ , 称为  $x$  不依赖  $y$ , 表示企业  $x$  能够独立地生产, 并且生产过程  $a$  中的全部工作与  $y$  无关。

根据供应链中产品生产的不同情况, 将两企业的生产依赖关系分为 6 类, 如表 1 所示。

表 1 两企业的生产依赖关系

类型	生产依赖关系表达式	说明	标记
1	$RSNN = NEC(x, y, a, ) \quad NEC(y, x, b, )$	$x$ 和 $y$ 相互强依赖	$y \leftrightarrow x$
2	$RSNW = NEC(x, y, a, ) \quad WEAK(y, x, b, )$	$x$ 强依赖 $y$ , $y$ 弱依赖 $x$	$y \Rightarrow x$
3	$RSNU = NEC(x, y, a, ) \quad NULL(y, x, b, )$	$x$ 强依赖 $y$ , $y$ 不依赖 $x$	$y \dashv x$
4	$RSWW = WEAK(x, y, a, ) \quad WEAK(y, x, b, )$	$x$ 和 $y$ 相互弱依赖	$y \Leftarrow x$
5	$RSWU = WEAK(x, y, a, ) \quad NULL(y, x, b, )$	$x$ 弱依赖 $y$ , $y$ 不依赖 $x$	$y / \dashv x$
6	$RSUU = NULL(x, y, a, ) \quad NULL(y, x, b, )$	$x$ 和 $y$ 相互不依赖	$y \emptyset x$

以上 6 类生产依赖关系所对应的依赖程度依次减少。将以直接相连方式而发生的前 5 类生产依赖关系称为直接依赖, 否则称为间接依赖。

1.2 生产相关度

企业  $y$  的停工可能会影响到企业  $x$  的正常生产, 则企业  $y$  与企业  $x$  的生产相关程度称为生产相关度  $D[y \cdot x]$ , 取值为  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ 。具体的,  $D[y \emptyset x] = 0, D[y \dashv x] = 1, D[y \Leftarrow x] = 2, D[y \dashv x] = 3, D[y \Rightarrow x] = 4, D[y \leftrightarrow x] = 5$ 。另外, 定义  $D[x \cdot x]$  为企业  $x$  自身生产相关度, 且  $D[x \cdot x] = 6$ 。

生产相关度由生产依赖关系所决定, 如果两个企业存在多种生产依赖关系, 取生产相关度的最大值, 这样可以保证可靠性计算的完善性、有效性和准确性。当某企业生产能力不稳定时, 与其生产相关度越小的企业, 即与其依赖程度越低的企业, 其生产能力波动就越小。

对 6 种生产依赖关系下供应链中企业间生产波动的相互影响统一说明如下:

- 1) 当企业  $x$  与企业  $y$  的生产依赖关系属于类型 1 时, 即  $x, y$  相互强依赖, 若其中一个企业停工, 则另一企业一定停工。
- 2) 当企业  $x$  与企业  $y$  的生产依赖关系属于类型 2, 3 时, 即  $x$  强依赖  $y$ ,  $y$  弱(不)依赖  $x$ , 若  $y$  停工,  $x$  一定停工, 若  $x$  停工,  $y$  不会停工。
- 3) 当企业  $x$  与企业  $y$  的生产依赖关系属于类型 4, 5 和 6 时, 即  $x, y$  相互弱(不)依赖, 若其中一个企业停工时, 另一企业不会停工。

1.3 可靠性算法

在供应链这个复杂的“网络”上, 随着时间的推移, 不仅网络上成员企业不断地发生替换, 而且网络节点间的连线(企业间生产依赖关系)也在不断地进行调整<sup>[9]</sup>。因此, 供应链的整体可靠度是一个复杂的时变函数。基于生产依赖关系和生产相关度概念, 可将供应链的可靠性计算转化成计算最小路集的可靠度, 具体步骤如下:

步骤一: 生产依赖关系图。

可以采用示意图形式将供应链中的所有生产依赖关系表现出来。为描述方便, 在后续的图表和公式中采用以下缩写符号: 供应商的供应商(SS)、供应商(DS)、制造商(MF)、分销商(WS)、零售商(RS)。统一假设制造商为供应链的核心企心。图 1 为某供应链生产依赖关系图。图 1 中, 实线表示强依赖, 虚线表示弱依赖, 无依赖不予反映。箭头起点为被依赖方, 箭头终点为依赖方。

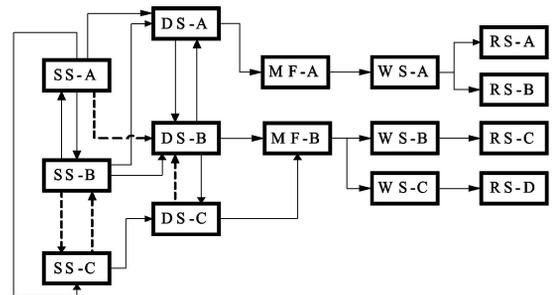


图 1 某供应链生产依赖关系图

步骤二: 确定最小路集。

在供应链生产依赖关系图中, 若企业  $s, t$  之间没有直接依赖关系, 但是企业  $s$  生产的产品经过若干环节会到达企业  $t$ , 则认为从  $s$  到  $t$  存在一个路集。如果中断路集上任意两个直接相连企业间的依赖关系后,  $s$  与  $t$  不再相连, 则称这种路集为最小路集。

对于任意复杂的供应链, 可以利用邻接矩阵法<sup>[10]</sup>确定其最小路集。在给定  $f$  个节点的供应链系统中, 节点编号为  $1, 2, \dots, f$ , 定义邻接矩阵  $C = [C_{mn}]$ 。其中,

$$C_{mn} = \begin{cases} 1, & \text{当节点 } m, n \text{ 直接相连时} \\ x, & \text{当节点 } m, n \text{ 通过企业 } x \text{ 相连时} \\ 0, & \text{其他情况下} \end{cases} \quad (1)$$

若记  $C_{mn}^{(2)}$  为节点  $m$  到  $n$  的长度为 2 的所有可能的最小路, 则  $C_{mn}^{(2)}$  可以通过矩阵“乘法”得到:

$$C_{mn}^{(2)} = \bigcup_{k=1}^f C_{mk} \cdot C_{kn} \quad (m, n = 1, 2, \dots, f) \quad (2)$$

式(2)中:  $\cup$  表示集合的并;“ $\cdot$ ”表示集合的交,约定右端要利用集合运算规则归并,且只保留长度为2的最小路。对  $C_{mn}^{(r)}$  ( $r = 3, 4, \dots, f - 1$ ),可类似用式(2)递归求得。

步骤三:计算最小路集可靠度。

$R_i(t)$  为企业  $i$  的可靠性函数,又因最小路集由各企业串联而成,故最小路集  $P_j$  的可靠性函数为:

$$R_{P_j}(t) = \prod_{i \in P_j} R_i(t) \quad (3)$$

步骤四:计算供应链可靠度。

整个供应链系统由各最小路集 ( $P_1, P_2, \dots, P_p$ ) 并联而成,故供应链的可靠度函数为:

$$R_{\text{sys}}(t) = 1 - \prod_{j=1}^p [1 - R_{P_j}(t)] \quad (4)$$

若记  $1 - \prod_{j=1}^p [1 - R_{P_j}(t)]$  为  $\prod_{j=1}^p R_{P_j}(t)$ , 则式(4)可简写成:

$$R_{\text{sys}}(t) = \prod_{j=1}^p R_{P_j}(t) \quad (5)$$

## 2 供应链可靠性设计

可靠性设计是系统可靠性工程的重要方面,可以从系统和成员两个层面进行供应链可靠性设计。

系统层面:在不改变成员企业可靠性的前提下,优化企业间各种生产依赖关系,或增加最小路集数。

成员层面:在各种生产依赖关系和最小路集数都不发生变化的前提下,提高成员企业可靠性。

### 2.1 冗余设计

将系统可靠性工程中的冗余设计思想应用到供应链可靠性设计中。所谓冗余设计,是指当一个功能单元的可靠性不能满足整机任务的要求时,采用两个或两个以上的单元并行工作,只要其中有一个单元能够正常工作,整机系统就不至于失效,只有当所有单元都发生故障,整机系统才会失效。

供应链冗余设计可分为三种类型:企业实体冗余、单条供应链冗余和生产过程中的交叉备用。

### 2.2 成员重要度分析

提高成员企业可靠性,可以提高供应链的整体可靠性。但是,由于现实中各种约束关系的存在,不太可能同时提高所有企业的可靠性。通过成员重要度分析,可以发现供应链的薄弱环节,针对性地优化供应链设计,以便采用最有效的方式提高整体可靠性。

企业成员重要度取决于两个因素——企业在供

应链中的位置和企业自身可靠度。在系统可靠性工程中,为了定量分析系统中元件重要度,研究人员已经提出了多种测量方法。本文选择概率重要度和关键重要度这两种方法<sup>[11]</sup>来测评供应链上企业成员重要度。

1) 概率重要度。

概率重要度的表达式如式(6)所示。

$$I^B(i|t) = h[1_i, R_{\text{sys}}(t)] - h[0_i, R_{\text{sys}}(t)] = \frac{\partial R_{\text{sys}}(t)}{\partial R_i(t)} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

式(6)中:  $h[1_i, R_{\text{sys}}(t)]$  和  $h[0_i, R_{\text{sys}}(t)]$  分别为当企业  $i$  正常运作 ( $1_i$ ) 和停产 ( $0_i$ ) 时供应链的具体可靠度;  $R_{\text{sys}}(t)$  为供应链可靠度函数;  $R_i(t)$  为企业  $i$  的可靠度函数。由式(6)可知,概率重要度表示特定成员企业停产对供应链整体可靠性的影响程度。因此,概率重要度可以用来发现系统中的薄弱环节,指导和优化系统设计。

2) 关键重要度。

关键重要度的表达式如式(7)所示。

$$I^{CR}(i|t) = P\{C[1_i, R_i(t)] \mid [R_i(t) = 0]\} / P\{R_{\text{sys}}(t) = 0\} = I^B(i|t) \cdot [1 - R_i(t)] / [1 - R_{\text{sys}}(t)] \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

式(7)中:  $C[1_i, R_i(t)]$  表示在  $t$  时刻供应链中企业  $i$  为关键成员的事件;  $P\{*\}$  表示某类事件出现的概率。关键重要度表示因关键企业停工导致供应链整体停工的概率,一旦关键企业恢复正常生产,供应链将重新恢复正常运行。关键重要度可用于指导供应链的故障检测,以及对生产运营维护计划进行优化。

## 3 实例研究

假设初始供应链中仅存在一条最小路集 (SS-DS-MF-WS-RS),各环节上都只有一家企业,前后企业以强依赖直接相连。

### 3.1 冗余设计

本文设计了6种典型的带冗余的供应链结构,如图2所示。其中,结构1、2为企业实体冗余,结构3~6为单条供应链冗余,结构4、6为生产过程中的交叉备用。图2中单向箭头表示强依赖,双头箭头表示企业间的交叉备用。

在图2中,结构1只具有冗余的供应商和分销商。结构2具有冗余的供应商和制造商。结构3类似于常规供应链,采用两条彼此独立、相互平行的单条供应链表示。结构4在结构3的基础上增加了制造商的互相替代功能,可以实现生产过程中交叉备用。采用正常运作的制造商替代处于同一环节上的停工企业,接收停工企业的上游供应商的原料输入,

并将替代生产的产品输出到停工企业的下游分销商。结构 5 是结构 1、2、3 的结合体。结构 6 在结构

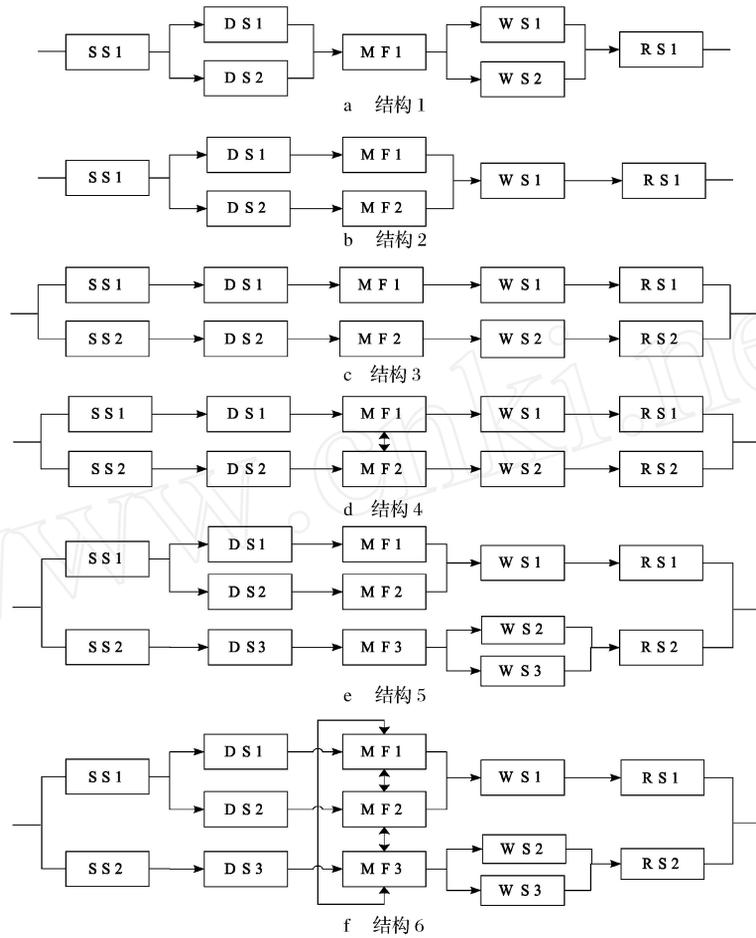


图 2 6 种带冗余的供应链结构图

### 3.2 可靠度计算

为了利用邻接矩阵法,需要对供应链结构图进行节点编号。以图 2 中的结构 1 为例,其节点编号如图 3 所示。

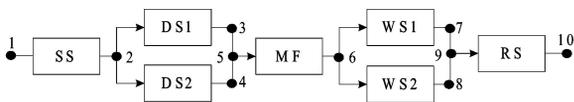


图 3 图 2 中结构 1 的节点编号图

图 3 中有 10 个节点,其邻接矩阵见式(8)。由于邻接矩阵为对称矩阵,故只需列出矩阵上三角。

$$C = \begin{bmatrix} 0 & SS & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & DS1 & DS2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & & 0 & MF & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & & & 0 & WS1 & WS2 & 0 & 0 \\ & & & & & & 0 & 0 & 1 & 0 \\ & & & & & & & 0 & 1 & 0 \\ & & & & & & & & 0 & RS \\ & & & & & & & & & 0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

令  $m = 1, n = 10$ , 利用式(2),可以找到结构 1 的最小路集,如式(9)所示。

$$\begin{cases} P_1 = \{ SS, DS1, MF, WS1, RS \} \\ P_2 = \{ SS, DS1, MF, WS2, RS \} \\ P_3 = \{ SS, DS2, MF, WS1, RS \} \\ P_4 = \{ SS, DS2, MF, WS2, RS \} \end{cases} \quad (9)$$

假设同一环节上的企业具有相同的可靠度,将 SS、DS、MF、WS 和 RS 的可靠度分别记作  $R_{SS}$ 、 $R_{DS}$ 、 $R_{MF}$ 、 $R_{WS}$  和  $R_{RS}$ 。由式(9)和式(4)可得到结构 1 的可靠度函数:

$$R_{sys}^{(1)} = 4R_{SS}R_{DS}R_{MF}R_{WS}R_{RS} - 2R_{SS}R_{DS}R_{MF}R_{WS}^2R_{RS} - 2R_{SS}R_{DS}^2R_{MF}R_{WS}R_{RS} + R_{SS}R_{DS}^2R_{MF}R_{WS}^2R_{RS} \quad (10)$$

企业可靠度  $R_i(t)$  是一个随时间变化的函数。为使问题求解方便,设  $R_{SS} = 0.76, R_{DS} = 0.82, R_{MF} = 0.9, R_{WS} = 0.85, R_{RS} = 0.91$ , 即可求出结构 1 的可靠度。同法可得到结构 2~6 的可靠度,如表 2 所示。

由表 2 可以看出,结构 1、2 的可靠性远低于结构 3~6,这是因为结构 1、2 中只存在非冗余的企业

实体,如零售商等。由结构 3~6 可知,与生产过程中引入“交叉备用”相比,单条供应链冗余更能提高系统可靠性。以结构 3 为考察基准,采用冗余的单条供应链使结构 5 的可靠度比结构 3 提高了 0.1;而利用交叉备用,虽然结构 4 的最小路集数比结构 3 增加了 2 条,结构 6 的最小路集数比结构 5 增加了 8 条,但是它们的可靠度分别只提高了 0.05 和 0.03。

### 3.3 成员重要度分析

利用式(6)和式(7),对 6 种供应链结构上的企业分别进行概率重要度与关键重要度计算,结果如

表 3 结构 1~6 的成员重要度

结构	重要度	SS	DS	MF	WS	RS	重要度排序
结构 1	概率重要度	0.775	0.219	0.654	0.181	0.647	SS > MF > RS > DS > WS
	关键重要度	0.452	0.096	0.159	0.066	0.142	SS > MF > RS > DS > WS
结构 2	概率重要度	0.720	0.277	0.253	0.644	0.602	SS > WS > RS > DS > MF
	关键重要度	0.382	0.110	0.056	0.214	0.120	SS > WS > RS > DS > MF
结构 3	概率重要度	0.646	0.599	0.546	0.578	0.540	SS > DS > WS > MF > RS
	关键重要度	0.484	0.336	0.170	0.270	0.152	SS > DS > WS > MF > RS
结构 4	概率重要度	0.657	0.609	0.101	0.587	0.548	SS > DS > WS > RS > MF
	关键重要度	0.577	0.401	0.037	0.322	0.181	SS > DS > WS > RS > MF
结构 5	概率重要度	0.658	0.414	0.377	0.392	0.550	SS > RS > DS > WS > MF
	关键重要度	0.697	0.329	0.166	0.259	0.218	SS > DS > WS > RS > MF
结构 6	概率重要度	0.648	0.386	0.010	0.372	0.541	SS > RS > DS > WS > MF
	关键重要度	0.808	0.361	0.005	0.290	0.253	SS > DS > WS > RS > MF

根据表 3 中的结果可以得知:

1) 在结构 1、2 中,采用企业实体冗余后,冗余实体就不再是系统中的重要成员,例如结构 1 中的 DS 和 WS、结构 2 中的 DS 和 MF。

2) 在结构 3、5 中,采用冗余供应链后,MF 不再是系统中的关键企业。这说明通过设计合理的供应链结构后,特定企业可以不再是系统的可靠性瓶颈。

3) 对比结构 3 与结构 4、结构 5 与结构 6,可以看到采用“交叉备用”后,MF 的重要度下降显著。

4) 概率重要度和关键重要度可能会得出不同的重要度顺序。在结构 5 中,MF 和 WS 的概率重要度几乎相等,但是 DS 的关键重要度远大于 WS。这说明从提高系统可靠性的角度出发,DS 和 WS 几乎同等重要,然而从系统维护的角度出发,DS 相对于 WS 应当具有更高的优先级。

由此可见,两种成员重要度适合不同目的与场合。根据理论分析与实际计算,本文提出成员重要度分析方法的选择原则:如果是为找出供应链系统中的薄弱环节,或者是为优化供应链系统设计以提高系统可靠性,并且提升各成员企业可靠性的代价相等,则采用概率重要度;如果是为指导和优化供应链系统维护,或只提升可靠性较低的成员企业,则应

采用关键重要度。例如某成员企业可靠性已经较高,进一步提高其可靠性的可能性已经不大或代价太高。

## 4 结束语

企业间的竞争已经转变供应链之间的竞争,成员企业的多元性、功能上的集成完整性、地域上的分散性和组织上的非永久性等特点,使得供应链中隐藏着许多内在的不可靠因素。此外,供应链运行在一个动态变化的不确定性现实环境中,企业在执行生产任务的过程中,不可避免地会遇到许多动态情况的影响,因此如何提高供应链的可靠性就显得尤为重要。本文的供应链可靠性算法与成员重要度分析方法易于运用 Matlab 等软件实现,适用于对任意复杂结构的供应链系统进行可靠性设计与分析。

### 参考文献

- [1] THOMAS M U. Supply chain reliability for contingency operations[C]. The Proceeding of Reliability and Maintainability Symposium, 2002: 61-67.
- [2] GURNANI H, SHI M. A bargaining model for a first-time interaction under asymmetric beliefs of supply reliability[J]. Management Science, 2006, 52(6): 865-880.

- [3] LIU J ,LI J ,ZHAO J. The research on supply chain reliability based on meta-graphs[C]. The Fourth International Conference of Control and Automation ,2003 :80-82.
- [4] 陈国华,王永建,韩桂武. 基于可靠性的供应链构建[J]. 工业工程与管理,2004(1):72-74.
- [5] 穆东,杜志平. 供应链固有可靠性和运作可靠性研究[J]. 物流技术,2004(12):36-39.
- [6] 曾峰,李夏苗. 基于层次分析法的供应链可靠性分析[J]. 物流技术,2005(10):44-47.
- [7] 郭雪松,孙林岩,徐晟. 一类基于随机着色 Petri 网的多级供应链可靠性模型研究[J]. 运筹与管理,2006,15(6):66-70.
- [8] 齐楠楠,王笑坤. 供应链可靠性的随机模型[J]. 科学技术与工程,2006,6(19):3153-3157.
- [9] 舒波,李胜芬. 动态供应链中节点企业强壮性评价指标体系的构建[J]. 技术经济,2005,24(3):61-64.
- [10] BILLIONTON R, ALLAN R. Reliability Evaluation of Engineering Systems: Concepts and Techniques [M]. New York:Plenum Press,1994.
- [11] 张沛超,高翔. 全数字化保护系统的可靠性及元件重要度分析[J]. 中国电机工程学报,2008,28(1):77-82.

### Redundancy Design on Supply Chain and Analysis on Importance Degree of Member Based on Reliability

Chen Cheng ,Xue Hengxin ,Zhang Qingmin

(School of Economics & Management ,Nanjing University of Science & Technology ,Nanjing 210094 ,China)

**Abstract :** Firstly ,this paper defines six kinds of production dependencies and the degree of production dependence in supply chain ,and the algorithm of reliability of supply chain based on minimal path set is put forward. Then ,redundancy design and analysis on importance degree of member are introduced into the reliability design of supply chain. Finally ,six architectures of supply chain with redundancy are designed ,and their reliabilities are calculated ,and the probability importance and the criticality importance of member enterprises are analyzed.

**Key words :** reliability of supply chain ;redundancy design ;importance degree of member ;minimal path set

### 中国技术经济研究会《建设项目经济评价方法与参数》 (第三版) 培训班预报名回执

姓 名		性 别		出生年月	
工作单位				职务职称	
通讯地址				邮 编	
电 话	办	电子邮箱			
	手	传 真			
培训班征求意见内容	您对培训班教学内容的需求：  您对培训班开班时间、地点安排的建议：  您单位预计参加培训班的人数：				