

doi:10.11835/j.issn.1008-5831.2015.01.013

供应链可靠性研究综述与展望

林 勇¹,姜大立¹,朱广福²,曾国杉³

(1. 后勤工程学院 现代物流研究所,重庆 401311;

2. 重庆城市管理职业学院 工商管理学院,重庆 401311;3. 73861 部队,江西 鹰潭 335000)

摘要:供应链可靠性是度量供应链生产服务质量的重要指标,近年来发生的几起供应链中断事件引起了国内外学者的广泛关注。文章总结了供应链可靠性基础理论、设计、评估及优化四个方面的研究现状,指出了目前供应链可靠性研究存在的主要问题,并给出了研究展望。

关键词:供应链;可靠性;设计;评估;优化

中图分类号:F270

文献标志码:A

文章编号:1008-5831(2015)01-0099-07

作为一种典型的经营模式,供应链管理已经在许多企业得到应用和推广^[1]。近年来,随着全球经济一体化的兴起和分工协作的不断深入,供应链层次结构越来越复杂,大量不确定性因素严重影响供应链的正常运作^[2-3]。飞利浦工厂大火给诺基亚和爱立信带来的不同后果,以及9.11等突发事件引发的供应链中断事故,引起了国内外学者对供应链可靠性问题的高度关注^[2-4]。

国内外学者对供应链可靠性的研究取得了一定的成果^[5-6],但相对于供应链其他方面的研究,如供应链库存管理、供应风险评估等,供应链可靠性的理论研究深度和实际开发应用还存在较大的差距^[7-8]。

为能给供应链可靠性的深入研究和实践尝试提供思路,本文从基础理论、设计、评估及优化四个方面对供应链可靠性的现有研究成果进行综述,从多角度较为详尽地总结和阐述供应链可靠性的研究现状,在此基础上,给出供应链可靠性研究展望。

一、供应链可靠性基础理论研究现状

供应链可靠性基础理论是国内外学者在对供应链可靠性进行深入研究后,从不同角度得出的对供应链可靠性的基本认识和高度总结。通过广泛查阅国内外相关文献,概括起来,供应链可靠性基础理论研究主要集中在供应链可靠性的界定、供应链可靠性的影响因素和供应链可靠性的度量指标三个方面。

(一)供应链可靠性的界定

1. 供应链可靠性的定义

可靠性是供应链的一个基本属性,也是供应链正常运作的基础。对于供应链可靠性的概念,国内外学者给出了不同的定义。

Thomas 于 2002 年引入可靠性工程理论,首次对供应链可靠性进行了定义:在规定的的时间和条件下,供应链系统完成规定任务的能力^[9];类似地,王雪梅从订单完成情况的角度将供应链可靠性定义为:在外界事件的影响下,供应链完成订单需求功能的能力,也表示每次供应的成功率^[10];穆东将供应链可靠性定义为:在最终客户要求的时间(提前期、交货期内)、数量、质量条件下满足顾客需求的可能性大小,也表示每次供

修回日期:2014-09-28

基金项目:国家自然科学基金项目(71101152);重庆市自然科学基金项目(CSTC,2011BB0045;CSTC,2010BB9200;CSTC,2011jjA00008);后勤工程学院学术创新资助项目

作者简介:林勇(1986-),男,四川邻水人,后勤工程学院博士研究生,主要从事供应链可靠性、军事物流等研究。

通信作者:姜大立(1967-),男,湖南宁乡人,后勤工程学院教授,博士研究生导师,主要从事军事物流、物流系统工程、供应链管理研究。

应的成功率^[11];在文献[12]中,供应链可靠性被赵宏霞、杨皎平定义为:在规定时间内和条件下,供应链系统完成规定订单产品和服务以及各项业务的能力;刘元洪和罗明在文献[13]中对供应链可靠性的不同定义做了简单归纳,认为之前学者对供应链可靠性的定义不够全面,只偏重于供应链单方面的可靠性,于是,将其定义为:一段时间内,供应链实现正常运转的能力;陈国华在其博士论文中将供应链可靠性定义为^[7]:在多种不确定因素条件下,以规定时间和条件满足终端客户要求的时间、数量和质量等概率的大小,并详细阐述和界定了该定义的深刻内涵。

从国内外学者对该问题的研究结果可以看出,众多学者更多地趋向于从可靠性工程理论的角度来界定供应链可靠性,将供应链视为一个交互整体,从其完成功能可能性的角度对供应链可靠性进行了定义。总体而言,供应链可靠性的研究刚刚起步,还缺乏公认的定义。

2. 供应链可靠性、稳定性及风险三者的关系

目前,关于供应链可靠性、稳定性及风险之间的关系研究较少,多数学者主要从对定义的理解得出三者关系的定性判断。文献[12]详细阐述了供应链可靠性与稳定性、风险之间的区别和联系。指出,可靠性、稳定性和风险分别表现为“胜任力”、“顽强性”和“不确定性”,三者均是研究供应链整体能力的重要指标,互相补充。刘元洪、罗明认为供应链可靠性与供应链风险是同一事物的矛盾双方^[14]。张艳东在其硕士学位论文中指出,对于供应链风险与供应链可靠性,两者的影响因素基本一致,且其研究中的一些观点也基本相同,但供应链风险不能等同于供应链可靠性,供应链风险和供应链可靠性是供应链绩效研究的两个方面,供应链风险更加趋向于定性研究,而深度的定量研究难度较大,供应链可靠性研究可从供应链风险研究成果中获取丰富的研究素材,具有较高的研究起点^[15]。

学者们根据自身的理解,给出了各自对供应链可靠性、稳定性和风险三者之间关系的观点,研究更多停留在感性认识上。

(二) 供应链可靠性的影响因素

实际应用中,供应链是为满足顾客需求而由众多企业共同组成的动态虚拟联盟,属于典型的复杂网络系统,它的正常运转会受到多种不确定性因素的影响。分析总结诸多可能影响供应链可靠性的不确定性因素对供应链可靠性的量化研究和决策管理具有重要的理论意义。

文献[16]从风险的角度归纳出信息风险、管理风险、技术风险等7种影响供应链可靠性的因素。以此为基础,文献[11]更加全面地总结了供应链可靠性的影响因素,共计3类10种,既有不确定性的影响,也有风险的影响,还有外部环境的影响。供应链内各种不确定性的影响包括:生产过程的不确定性、用户需求的不确定性、信息传递的不确定性、运输配送的不确定性。供应链内部各种风险的影响包括:管理风险、技术风险、设备风险、财务风险。供应链外部环境的影响包括:不可抗力事件风险、宏观经济环境巨变。文献[17]以供应商为研究对象,基于供应链运作参考模型(Supply Chain Operations Reference Model, SCOR),结合大量文献资料,从内部运作流程(采购流程、制造流程、配送流程)、质量、柔性等7个视角较为全面地总结了供应链可靠性的影响因素。

从以上研究结论可知,国内外学者对供应链可靠性影响因素的研究较少,仅有的研究成果主要将可能影响供应链正常运作的确定或风险总结凝练为影响因素,尽管较为全面,但总体还停留在宏观或中观层面,不够具体深入。

(三) 供应链可靠性的度量指标

目前,主要用经验指标和系统可靠性工程指标来度量供应链的可靠性。

经验指标是指在实际生产、管理等经验基础上提出的供应链可靠性度量参量。目前,国内外学者对经验指标进行了较为深入的研究。在SCOR Version 6.1模型中,由配送绩效、订单满足率和订单履程度3个具体指标来体现供应链可靠性。霍佳震等认为,可用失去销售百分比、准时交货率和顾客抱怨率来描述供应链的可靠性^[18]。刘元洪、罗明在文献[13]中以复杂的制造业成员企业为模型,借鉴SCOR模型第一层绩效性能指标,提出了供应链可靠性度量的多层次指标体系,得到部分学者的推广和完善^[15,19-20]。

系统可靠性工程指标是指以可靠性工程理论为依据,用于度量系统可靠性的特征量。国内外学者认为,供应链是一个复杂系统,对供应链可靠性的研究符合系统科学的研究方法,因此,可类比运用可靠性工程的特征量对供应链可靠性进行度量。Thomas首次提出用可靠度来度量供应链系统的可靠性。杜志平在

文献[21]中进一步提出用可靠度和可用度两个指标来度量供应链系统的可靠性。后来,陈国华在总结经验指标和系统可靠性工程指标的基础上,提出用可靠度、可用度、失效频度、平均修复时间和交付可靠性5个指标来度量供应链的可靠性,并给出了各指标的计算方法^[7]。

经验指标虽然与实际联系紧密,但是其凭借的是使用者的经验。因此,经验指标存在诸多不足:指标间的联系通常被忽视;仍然存在难以量化的评价指标;最终的评价还需人为地分配指标权重,影响评估准确性。目前,在供应链可靠性评估研究方面,国内外学者更多地应用系统可靠性工程指标来评估供应链的可靠性。

二、供应链可靠性设计研究现状

供应链可靠性设计是供应链可靠运作的前提和基础,具有重要的战略意义。为实现供应链设计的高可靠性,国内外学者主要从供应链节点企业优选和供应链冗余结构设计两方面展开了较为深入的研究。

供应链节点企业优选是指根据供应链联盟的生产和服务要求,选择具有较高匹配度的企业来组建供应链网络,是供应链可靠性设计的重要内容之一。目前,国内外学者在这方面的研究取得了较为丰硕的成果。针对供应链中的供应商选择问题,文献[22]以质量、成本和可靠性3个标准作为评判的依据,尝试应用AHP方法选择最为合适的材料供应商;文献[23]考虑供应商选择标准的有形特征(数据客观性)和无形特征(数据主观性),采用集成有形和无形标准的AHP方法实现对潜在供应商的评估和归类;文献[24]提出了一个两阶随机规划模型并给出求解步骤,用以优化供应商的选择,对冲可能出现的供应链中断。

供应链冗余结构设计能有效提高供应链可靠性。文献[25]将冗余设计引入到供应链可靠性设计中,设计出了6种带冗余的供应链结构。

供应商选择问题是供应链节点企业优选研究的重点,学者们针对该问题提出了诸如AHP和数学规划模型之类的方法或理论,但AHP方法中对指标选取的研究尚存不足,而数学规划模型对假设和约束条件的针对性较强,影响了模型的推广。与供应链节点企业优选研究视角不同,供应链冗余结构设计将供应链视为整体进行研究,通过可靠性计算可以鉴别所设计的供应链冗余结构的可靠度,但所用计算方法简单地将供应链中涉及的各节点企业视为串并联关系进行求取,方法的合理性有待深究。

三、供应链可靠性评估研究现状

作为供应链可靠设计和供应链可靠性优化基础性工作,供应链可靠性评估对于合理构建高可靠性的供应链虚拟联盟,有效保障供应链的成功运作具有举足轻重的作用。在评估对象方面,现有研究成果既有对供应链整体可靠性的评估研究,也有对供应链局部可靠性的评估研究;在评估方法方面,国内外学者广泛借鉴其他领域的方法移植改进并应用到供应链可靠性的评估研究中,形成了多种供应链可靠性评估方法,拓展了供应链可靠性评估的研究思路。

(一) 供应链整体可靠性评估

1. GO法

GO法是一种以成功为导向的系统概率分析技术,其基本思想是把系统原理图、流程图或工程图直接翻译成GO图,利用GO模型中的操作符及信号流定量计算公式实现系统的可靠性分析。文献[26]在假定供应链为可修复系统的基础上,将以制造企业为核心的三级供应链直接转化为GO图,通过层层递推的GO运算求出各信号流的等效故障率,进而得到供应链中各消费点的等效可靠度。文中指出该方法不仅可以计算出整个过程的可靠性,还能得到各环节的可靠性。文献[27]借鉴[26]的思路,将GO法用于分析军事供应链的可靠性。文献[28]假定研究对象为以核心制造商为中心的三级供应链系统,归纳总结出供应商、制造商和销售商成功运作的重要因素,以此为据构建三级供应链系统GO图,并应用大量经营统计数据 and 操作符运算规则计算出供应链的可靠度。

2. 特征值赋权法

文献[29]针对供应链可靠性评估方案存在的模型集成、数据集成和信息分层等难题,结合供应链系统的分布式和多层次特点,应用MAS(Multi-Agent System)技术,采用结构分层的思想,将供应链分为系统级、子系统级和节点级三层,由底层至上层依次对供应链进行先局部后整体的可靠性评估。子系统级和系统级可靠性利用特征值赋权法实现对供应链整体可靠性的综合评估。

3. 蒙特卡洛仿真法

文献[30]以一家核心制造商为中心的三级供应链系统为研究对象,在对导致供应链失效的各种影响因素研究的基础上,归纳总结出供应商、制造商和销售商运作失效原因,并以此为据应用故障树分析法原理,通过层层因果递进分析构建出供应链失效诊断的一般模型。在此基础上,应用蒙特卡洛方法分别产生随机数来对运作失效原因进行仿真模拟,大量的仿真研究数据求得供应链可靠度和各底事件关键重要度。

4. 马尔可夫模型

文献[31]在构建了物流服务供应链二级结构图基础上,提出了一种基于 Markov 过程的系统可靠性分析模型,通过求解得到系统各状态的稳态概率。文献[32]考虑到缓冲库存和随机到达的因素,在假定供应链中企业的修复时间和故障前工作时间服从指数分布且其参数不变的基础上,运用马尔可夫理论建立了多级串联可修供应链的可靠性模型,通过概率状态方程的方法来求解,实现了供应链可靠性评估。

5. 最小路集法

文献[25]在对供应链可靠性进行设计时,将最小路集应用于供应链的可靠性计算。文献[33]研究网络方法在复杂供应链系统可靠性中的应用,提出应用最小路集算法求取满足需求的最小路集,进而计算出供应链的整体可靠性。

6. 多层 Bayes 估计法

文献[34、35]假定供应链的无失效运行期服从指数分布,根据实证样本无失效运行的数据,应用多层 Bayes 估计方法估计出失效率,间接获知供应链网络的可靠度。类似地,文献[36]引入失效样本,将多层 Bayes 估计方法应用于战略系统网络供应链可靠度估计。

7. 其他

文献[16]运用 AHP 方法提出了可靠性评估模型和方法,定量研究了几种具有基本结构特点供应链的可靠性。文献[37]在综合考虑时间及内外部影响因素的基础上,运用有向二部图和随机过程建立了用于评估供应链可靠性的随机模型,并给出了计算供需双方失效概率的统一表达式。

综上,学者们从不同的研究视角,在一定假设前提下提出了多种供应链整体可靠性评估方法,各种方法比较如表 1 所示。尽管这些方法能够对供应链的整体可靠性进行定量描述和判断,但现有方法多是在特定结构模型和假设条件下提出的,方法的普适性较差。

表 1 供应链整体可靠性评估方法比较

评估方法	研究视角	假设条件	方法原理
GO 法	节点企业映射为 GO 操作符	各节点企业故障率已知	建立 GO 图,做 GO 运算
特征值赋权法	供应链视为环节和子链构成的系统	节点企业可靠性已知	建立比较判断矩阵,自动求取指标权重系数,加权求得可靠性
蒙特卡洛仿真法	供应链失效故障树	引起供应链失效的底层事件已知	随机模拟失效原因,统计求得可靠性
马尔科夫模型	供应链系统可能出现的状态特征	节点企业失效率 and 修复率服从指数分布	定义系统状态及随机过程,求解状态转移方程。
最小路集法	供应链视为最小路集的并联系统	节点企业可靠性函数已知	通过节点企业串联求取最小路集可靠性,最小路集并联求得供应链可靠性。
多层 Bayes 估计法	视整条供应链为一个样本	供应链有效期服从指数分布	可靠性随时间呈指数分布。

(二) 供应链局部可靠性评估

1. 节点企业可靠性评估

在文献[29]中的供应链分层结构中,最底层的节点 Agent 利用遗传投影寻踪方法对各节点企业进行可

可靠性评估。文献[38]针对供应链成员企业可靠性评价研究中量化分析模型缺乏的问题,通过分析影响因素,建立了供应链成员企业可靠性多层评价指标体系,根据评价指标具有“灰色”的特征,借鉴灰色理论建立了供应链成员企业可靠性多层次灰色关联度综合评价模型并详细描述了模型的构建和实施。文献[19]在参考文献[13]的基础上,应用BP神经网络算法对供应链成员企业(制造企业)进行了可靠性评估,评估结果为模糊域(高、较高、低等)。为实现对投标企业可靠性评估,考虑到成员企业可靠性评价过程和结果模糊性特点,文献[39]根据成员企业间交易记录,提出应用模糊逻辑来计算投标企业的可靠度。

从现有成果看,节点企业可靠性评估的基本思路是:选取评价指标,提出方法求取节点企业可靠性。尽管提出了一些方法,但关于节点企业评价指标的选取存在一定的主观判断。

2. 环节可靠性评估

文献[40]考虑需求波动和因经营规模扩大而得到的经济节约条件下的供应链网络设计问题,提出了一种需求波动下估计工厂性能的可靠性评估方法。文献[41]在考虑价格、汇率风险和供应商支付可靠性的基础上,提出用多目标二进制粒子群算法来研究供应链采购策略设计问题,使供应商支付可靠性最高。文献[42]提出将Shapley value法应用于可靠性增长模型中,研究供应链交易可靠性目标公平价格机制。

四、供应链可靠性优化研究现状

供应链可靠性优化是供应链可靠性设计的有效补充,对于保障供应链高效运作,提升供应链整体可靠性具有重要的理论意义和实用价值。关于供应链可靠性优化方面的研究,国内学者陈国华等人借鉴系统可靠性工程的理论做了前期研究。

陈国华等学者^[7,43]应用概率重要度和关键重要度分别对供应链系统中的串、并联结构模型进行了可靠性分析,提出了供应链可靠性优化方案,即:串联结构的供应链适合从可靠性最低的节点着手;并联结构的供应链适合从可靠性最高的节点着手,但同时应综合权衡节点可靠性优化的难易程度及成本。在此基础上,文献[44]进一步从概率重要度、关键重要度和成本三方面对供应链可靠性进行了优化。文献[45]提出采用设置仓库的策略来保证供应链的可靠性,分析并论证了仓库在提高系统可靠性方面的作用,同时对仓库在整个供应链中的位置进行了优化,得出了优化结论。此外,文献[15、46]还提出可采用系统可靠性分配的方式来实现供应链可靠性优化。

针对供应链可靠性优化问题,学者们从概率重要度、关键重要度、成本及可靠性分配等方面给出了定性判断,通过设置仓库给出了优化供应链可靠性的定量策略。总体而言,现有供应链可靠性优化研究尽管取得了部分成果,但主要集中于对供应链可靠性的定性判断,缺乏对优化措施的研究广度和深度。

五、总结与展望

综上所述,在研究规模方面,国内学者已开始涉足此领域,且取得了部分研究成果,而国外学者的研究相对较少;在研究模式方面,现有成果的基本研究思路主要借鉴系统可靠性工程理论展开研究,研究重点在供应链可靠性评估,研究方法以定量理论研究为主。具体地,供应链可靠性研究现状可作如下总结:(1)供应链可靠性基础理论研究尚处探索阶段,缺乏权威且统一的认识。(2)供应链可靠性设计研究方面,国外学者趋向于研究供应商的选择问题,而国内学者主要借鉴系统可靠性设计思路展开研究,如冗余设计。(3)供应链可靠性评估研究较为广泛,但现有评估方法大多是在特定结构模型和假设条件下提出的,方法的普适性较差。(4)供应链可靠性优化研究主要集中在改善对象的定性判断及系统可靠性分配等,研究广度和深度不足。

综合以上分析可知,国内外对于供应链可靠性的研究尚处起步阶段,该领域还有诸多亟待研究的内容,具有较大的研究空间和价值。笔者认为,在未来的研究中,可以从以下几个方面进行深入的探索和研究:(1)供应链可靠性基础理论研究应深入开展实证研究。与电力网络、通信网络以及交通网络等系统不同,供应链系统属于社会学体系结构,需要在大量社会调研的基础上得出对供应链可靠性的理性认知,进而将其升华为基础理论。(2)供应链可靠性设计研究可按照供应链结构设计和供应链运作设计的思路展开。供应链结构设计广泛借鉴系统工程设计思路,结合多种技术手段,保证供应链节点企业的高质量;供应链运作设计注重加强供应链联盟的组织结构、监督机制及业务流程等设计,保证供应链运作的高效性。(3)供应链可靠性评估方法应尽可能同时对供应链局部和整体可靠性的测量。供应链可靠性指标、分布式技术手段以及电力网络、通信网络、交通网络等系统可靠性评估研究成果为该方向的研究提供了可能。(4)供应链可

靠性优化研究可向优化模型构建与求解方向拓展。

参考文献:

- [1] ZHANG G B, RAN Y, REN X L. Study on product quality tracing technology in supply chain[J]. Computers & Industrial Engineering, 2011, 60(4): 863 - 871.
- [2] KLIMOV R, MERKURYEV Y. Simulation model for supply chain reliability evaluation[J]. Technological and Economic Development of Economy, 2008, 14(3): 300 - 311.
- [3] MAHNAM M, YADOLLAHPOUR M R, DARDASHTI V F, et al. Supply chain modeling in uncertain environment with bi-objective approach[J]. Computers & Industrial Engineering, 2009, 56(4): 1535 - 1544.
- [4] 王玮, 范世东. 基于可靠性的供应链管理策略[J]. 武汉理工大学学报: 信息与管理工程版, 2009, 31(2): 326 - 350.
- [5] ZHOU C W, CHINNAM R B, KOROSTELEV A. Hazard rate models for early detection of reliability problems using information from warranty databases and upstream supply chain[J]. International of Production Economics, 2012, 139(1): 180 - 195.
- [6] 陈成, 薛恒新. 供应链可靠性管理研究综述与展望[J]. 中国制造业信息化, 2011, 40(19): 1 - 7.
- [7] 陈国华. 汽车供应链可靠性若干关键技术研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2011.
- [8] 陈成. 基于多 Agent 系统的供应链可靠性管理模型研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2011.
- [9] THOMAS M U. Supply chain reliability for contingency operations[C]. Seattle, WA: The proceedings of Reliability and Maintainability Symposium, 2002: 61 - 67.
- [10] 王雪梅. 基于 GO 法的生鲜农产品供应链可靠性研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2012.
- [11] 穆东. 供应链系统的复杂性与评价方法研究[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010.
- [12] 赵宏霞, 杨皎平. 供应链的可靠性管理研究[J]. 现代管理科学, 2007(3): 55 - 57.
- [13] 刘元洪, 罗明. 供应链成员企业可靠性评价指标体系研究[J]. 商业研究, 2007(4): 120 - 123.
- [14] 刘元洪, 罗明. 供应链可靠性管理研究综述[J]. 商场现代化, 2006(19): 139 - 141.
- [15] 张艳东. 供应链可靠性度量与优化[D]. 北京: 燕山大学, 2010.
- [16] 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.
- [17] 任书航. 可修复供应网络系统的可靠性管理研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2009.
- [18] 霍佳震, 隋明刚, 刘仲英. 集成化供应链整体绩效评价体系构建[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2002, 30(4): 495 - 499.
- [19] CAO Q K, LI J. Reliability analysis and evaluation on member enterprise of manufacturing supply chain based on BP neural network[C]// Long Beach, CA: International Conference on Management Science and Engineering(ICMSE), 2008: 474 - 479.
- [20] 陈梓杰, 徐菱, 程园. 应急物流供应链可靠性探讨[J]. 铁道运输与经济, 2009, 31(9): 69 - 71.
- [21] 杜志平. 供应链系统的复杂性与评价方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2007.
- [22] ASAMOAH D, ANNAN J, NYARKO S. AHP approach for supplier evaluation and selection in a pharmaceutical manufacturing firm in Ghana[J]. International Journal of Business and Management, 2012, 7(10): 49 - 62.
- [23] LEVARY R R. Using the analytic hierarchy process to rank foreign suppliers based on supply risks[J]. Computers & Industrial Engineering, 2008, 55(2): 535 - 542.
- [24] XU N X, LIN N. Modeling supplier selection and the use of option contracts for global supply chain design[J]. Computers & Operations Research, 2009, 36(10): 2786 - 2800.
- [25] 陈成, 薛恒新, 张庆民. 基于可靠性的供应链冗余设计及成员重要度分析[J]. 技术经济, 2009, 28(3): 113 - 118.
- [26] 蔡黎明, 曾峰. 基于 GO 法的供应链可靠性分析[J]. 公路交通科技, 2007, 24(3): 141 - 144.
- [27] 王丰, 赵吉敏. 基于 GO 法的军事供应链可靠性分析[J]. 后勤工程学院学报, 2009, 25(5): 72 - 80.
- [28] 张根宝, 陈国华, 庞继红, 等. GO 法在供应链可靠性诊断中的应用[J]. 重庆大学学报, 2010, 33(12): 40 - 46.
- [29] 陈成, 薛恒新. 基于 MAS 的供应链可靠性综合评估模型[J]. 中国制造业信息化, 2011, 40(23): 8 - 13.
- [30] 陈国华, 张根宝, 任显林. 基于故障树分析法的供应链可靠性诊断方法及仿真研究[J]. 计算集成制造系统, 2009, 15(10): 2034 - 2038.
- [31] 李阳珍, 张喜征. 基于 Markov 过程的物流服务供应链可靠性分析[J]. 2012, 31(4): 895 - 899.
- [32] 周红, 李萧, 钱存华. 基于马尔可夫过程的级联供应链的可靠性分析[J]. 数学的实践与认识, 2010, 40(9): 158 - 163.

- [33] LIN Y K. System reliability evaluation for a multistate supply chain network with failure nodes using minimal paths[J]. IEEE Transaction on Reliability, 2009, 58(1):34-40.
- [34] 张浩, 杨浩雄. 供应链网络可靠性的多层 Bayes 估计模型[J]. 系统科学与数学, 2012, 32(1):45-52.
- [35] 张浩, 张铁男, 何明珂, 等. 基于多层 Bayes 估计的战略协同网络供应链可靠性研究[J]. 控制与决策, 2010, 25(10):1552-1556.
- [36] 马志明, 黄丽欣, 耿生玲, 等. 基于多层 Bayes 估计的战略协同网络供应链可靠性的参数估计[J]. 数学的实践与认识, 2012, 42(4):119-123.
- [37] 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.
- [38] 谈晓勇, 朱心亮. 基于灰色理论的供应链成员企业可靠性综合评价研究[J]. 重庆交通大学学报:自然科学版, 2008, 27(6):1164-1167.
- [39] 陈成, 薛恒新, 张庆民. 基于本体与多 Agent 的可靠供应链网络设计模型[J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(1):142-150.
- [40] HSU C I, LI H C. Reliability evaluation and adjustment of supply chain network design with demand fluctuations[J]. International Journal of Production Economics, 2011, 132(1):131-145.
- [41] PRASANNA V S, KUMANAN S. Multi-objective supply chain sourcing strategy design under risk using PSO and simulation[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2012, 61(1/2/3/4):325-337.
- [42] QUIGLEY J, WALLS L. Trading reliability targets within a supply chain using Shapley's value[J]. Reliability Engineering and System Safety, 2007, 92(10):1448-1457.
- [43] 李萧, 黄英燕, 钱存华. 供应链系统的可靠性分析[J]. 计算机与应用化学, 2011, 28(7):879-882.
- [44] 陈国华. 基于可靠性与成本的供应链优化探讨[J]. 装备制造技术, 2007(4):76-77.
- [45] 刘鹏飞, 周根贵. 基于成本的供应链可靠性探讨[J]. 工业技术经济, 2011, 30(8):115-119.
- [46] JIN T D, JANAMANCHI B, FENG Q M. Reliability deployment in distributed manufacturing chains via closed-loop Six Sigma methodology[J]. International Journal of Production Economics, 2011, 130(1):96-103.

Overview and Prospects of the Study on Supply Chain Reliability

LIN Yong¹, JIANG Dali¹, ZHU Guangfu², ZENG Guoshan³

(1. Institute of Modern Logistics, Logistical Engineering University, Chongqing 401311, P. R. China; 2. College of Business Administration, Chongqing City Management College, Chongqing 401311, P. R. China; 3. PLA, Unit 73861, Yingtan 335000, P. R. China)

Abstract: Supply chain reliability is an important indicator for measuring the supply chain quality of production and service, which has been aroused extensive attention by scholars at home and abroad after several supply chain disruption event occurred in recent years. In this paper, the research of supply chain reliability is overviewed from four aspects, namely, basic theory, design, evaluation and optimization, and the shortcomings existing in the field is summarized, research prospects is also given.

Key words: supply chain; reliability; design; evaluation; optimization

(责任编辑 傅旭东)