

Research on Purchasing Coordination Model of Construction Supply Chain Based on Repurchase Contract under EPC Mode

Zhiyu Huo, Juntian Chen

Tianjin Huadian Fuyuan Thermal Power Co. Ltd., Tianjin
Email: 805434419@qq.com

Received: Oct. 15th, 2019; accepted: Oct. 31st, 2019; published: Nov. 7th, 2019

Abstract

As a hot issue in the current construction industry, the EPC project has received extensive attention on how to ensure its performance and quality. This paper takes the procurement in the EPC construction supply chain as the research object. After the introduction of the repurchase contract, we explore whether the overall profit of the supply chain is improved compared with the traditional decentralized procurement model. This paper analyzes the current research status of construction supply chain management and supply chain contract in the EPC projects, and determines the basic model of procurement contract coordination in the construction supply chain under the EPC mode. On this basis, the procurement models of decentralized and centralized decision-making supply chain in EPC projects are compared. The construction supply chain procurement coordination model based on the repurchase contract is introduced. All the three procurement models are analyzed by using examples. Through the research in this paper, we can see that the decentralized procurement model adopted in the current EPC projects has lower overall expected profit than the centralized procurement model. After the introduction of the repurchase contract, the overall profit of the construction supply chain can reach the best profit level, thus achieving the coordination of the construction supply chain under the EPC mode. This paper can promote the smooth operation of procurement and even the whole project, which has significant practical significance.

Keywords

EPC Project, Repurchase Contract, Construction Supply Chain, Procurement Coordination Model

EPC模式下基于回购契约的建筑供应链采购协调模型研究

霍志瑜, 陈俊天

天津华电福源热电有限公司, 天津

摘要

EPC项目作为当前建筑行业的热点问题,如何保障其绩效和质量受到了广泛关注。本文以EPC项目建筑供应链中的采购环节为研究对象,探究了引入回购契约之后的供应链整体利润,是否相较于传统的分散式采购模式得到了提升。本文分析了EPC模式中建筑供应链管理和供应链契约的研究现状,并确定了EPC模式下建筑供应链采购契约协调基本模型。在此基础上,比较了EPC模式下分散式和集中式决策建筑供应链采购模型。最后,引入基于回购契约的建筑供应链采购协调模型,并利用算例分析比较了三种采购模式。通过本文的研究,可以看出当前EPC项目中采用的分散式采购模式,相较于集中式采购模式,产生的建筑供应链整体期望利润更低。而引入回购契约之后,建筑供应链的整体利润能够达到集中式采购模式的利润水平,从而实现EPC模式下建筑供应链的协调。本文的研究能够推进EPC项目采购乃至整个项目建设工作的平稳运行,具有显著的现实意义。

关键词

EPC项目, 回购契约, 建筑供应链, 采购协调模型

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2016年建筑业总产值已经达到19.36亿元,占国民生产总值的26%。作为我国经济的中流砥柱,建筑业的发展却存在着资源浪费严重、粗放式管理等诸多问题。近年来,EPC(Engineering-Procurement-Construction,设计-采购-施工)总承包模式逐渐成为国内外建筑工程市场的一种重要形式。在当前的工程建设招标代理市场中,业主也更加倾向于选择集设计、采购、施工为一体的EPC总承包商,从而提高建设效率和质量,充分实现工程建设不同阶段的交流与融合。

EPC模式中,采购作为连接设计和施工两个阶段的重要纽带,在整个项目生命周期中发挥着重要的作用。采购过程往往涉及到总承包商和多个材料供应商,而他们却是相互独立、非理性的,双方利益存在着冲突,从而导致供应链整体效益低下,发生“双边际化效应”。

为了更好地解决这一问题,可以引入供应链契约,通过合理的协调机制来避免或降低其对供应链的影响。供应链契约可以向参与者提供合适的信息和激励措施。而参考制造业的供应链系统,回购契约的利用能够推动供应链趋于协调。由此可见,在批发价格契约模式的基础上,研究EPC模式下基于回购契约的建筑供应链采购协调模型,具有其现实意义和可行性。

2. 国内外研究现状

2.1. EPC模式下建筑供应链采购管理研究综述

建筑供应链管理模式最早由Koskela引入,在20世纪90年代初,William, J.等正式提出建筑供应链

管理研究。刘杭等比较了建筑供应链与制造供应链之间的差异, 并提出将供应链运用于建筑行业, 能够有效地降低建筑项目的总成本[1]。孙海花等研究了 EPC 模式下的新型建筑供应链, 将其定义为通过对物流、信息流及资金流进行有效控制, 由各个参与主体共同构成的一体化、综合性网络[2]。Katarzyna 等讨论了供应链中选定的协调机制并进行建模, 使用 FlexSim 工具分析了对应的模拟实验[3]。

许娜等总结其中的主要问题: 由于市场竞争的日益激烈, 尤其是项目承包商与材料设备供应商、分包商各自独立, 缺乏供应链意识与风险意识, 从而引发工期拖延、成本超支等问题[4]。EPC 建筑供应链是一个复杂系统, 由于建筑产品具有生产周期长、投资额大、参与主体多等特征, 因此供应链的影响因素具有更大的复杂性和不确定性[5]。Nurul 等用数据表明, 供应链中断问题已经对于发展中国家的建筑行业产生了广泛影响[6]。靳道上指出, 在当前的 EPC 项目采购环节, 采购供应双方的供需关系中竞争意识大于合作意识, 导致了在物资采购过程中, 缺乏长远的利益发展关系和战略合作思维, 阻碍了物资采购的良性发展[7]。为了规避建筑供应链的运行过程中出现的冲突和矛盾, 需要有科学的理论来引导和协调解决这些问题[8]。

Back 和 Moreau 研究了 EPC 模式下信息管理对于项目成本和工期的影响, 指出在项目建设过程中加强信息交流有助于降低项目成本, 缩短项目工期[9]。Urszula Ryciuk 确定了建筑供应链组织间关系中可观察到的信任指标, 制定了能够衡量组织间信任和信任相关因素的量表[10]。马骅围绕着项目特点, 从基本管理和过程控制出发, 论述了 EPC 项目中采购管理的关键控制点[11]。Zhao Ning 在已有研究的基础上, 进一步将 EPC 采购管理进行分类, 指出了分级采购过程中存在的问题和协调方法[12]。Paktim Pal & Ping Wang 等通过对 EPC 项目专业人员进行调研, 发现供应商提供的服务、能否持续改进、供应商的可靠性和问题解决的有效性都对 EPC 项目的建筑供应链产生重要影响, 关系着项目能否成功[13]。

由此可以看出, 建筑供应链管理中采购双方的关系治理、协调存在问题, 应当受到重视和改进。而这一切都是围绕双方的利益展开的, 双方的利益却有一定的冲突。任何一方利益上受到损失都会产生消极情绪, 影响工程建设。供应商契约作为一种合理有效的协调方式, 受到了越来越多学者的关注。

2.2. 供应链契约研究综述

随着全球化竞争日益加剧, 通过数据分析证明, 企业间建立伙伴关系能够有效提高物流能力和供应链整合[14]。Huihui, S. 等指出, 收益共享合同可以帮助提高供应链的整体利润[15]。

刘家国等进一步考虑了 in 需求变动的情况下零售商和供应商的协调问题, 研究发现在缔结契约情形下比不缔结契约时双方更能达到各自的最优化决策[16]。刘琦铀等深入分析了市场价格波动引发的机会主义行为, 并基于静态博弈理论模型, 研究了供应链契约模式稳定性及其影响因素[17]。Taylor A. Tsay 基于需求不确定视角, 研究了价格补贴策略和回购契约在协调供应链时的不同之处[18]。

当前, 建筑工程采购中多采用分散式决策, 仅依赖简单的数量价格折扣[19], Tengfei Nie 等考虑了数量价格折扣策略下, 各个分销渠道中的双重公平性, 发现数量价格折扣策略不能帮助达到协调状态[20]。邹浩设计了信息不对称时应对突发事件的供应链回购契约协调模型。通过合理分配突发事件新增的额外成本, 能够获得供应链系统的协调与最佳效益[21]。

综上所述, 供应链契约能够有效推动供应链管理绩效, 为企业带来效益。在制造业中, 数量价格折扣契约、回购契约和期权契约等都得到了广泛应用, 但在建筑业中, 目前大多采用的是分散式的数量价格折扣策略。为了更好地实现 EPC 模式下建筑供应链的协调, 有必要探究其它模式的契约(如回购契约)是否能够使得利益更大化。

3. EPC 模式下分散式和集中式决策建筑供应链采购模型

3.1. EPC 模式下建筑供应链采购契约协调基本模型

本文将 EPC 模式中的建筑供应链采购环节简化为一个两级供应链, 由一个总承包商和多个建筑材料

供应商构成, 并以此为研究对象, 如图 1 所示。

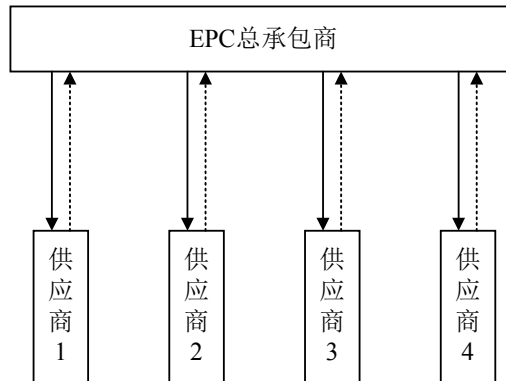


Figure 1. EPC model building supply chain schematic diagram

图 1. 简化后的 EPC 模式建筑供应链示意图

下面对 EPC 模式下建筑供应链采购契约协调基本模型进行论述。

3.1.1. EPC 模式下建筑供应链采购基本模型

首先做出如下假设:

- 1) EPC 中的建筑供应链为总承包商和材料供应商组成的两级供应链, 其中总承包商为核心企业;
- 2) EPC 模式下, 供应商和总承包商均为风险中性;
- 3) 供应商和总承包商所掌握的市场信息对称。

对各个变量定义如下:

- x : 单位工期内总承包商实际需要的材料量;
 - q : 承包商向供应商订购的材料数量;
 - c : 供应商的单位材料成本;
 - w : 供应商的单位材料售价;
 - s : 承包商每缺少一单位材料, 所产生的损失;
 - v : 承包商处剩余的每单位材料的残值;
 - p : 承包商使用单位材料进行建设后, 取得的收入;
 - $S(Q)$: 承包商所需材料的期望值, $S(Q) = E[\min(Q, x)]$;
 - $L(Q)$: 承包商期望缺货量, $L(Q) = E(x - Q)$;
 - $I(Q)$: 承包商期望材料剩余量, $I(Q) = E(Q - x)$;
 - $F(x)$: 承包商需要材料量的分布函数;
 - $f(x)$: 承包商需要材料量的概率密度函数;
 - $E(x)$: 承包商需要材料量的均值;
 - Π_s : 供应商的期望利润;
 - Π_c : 承包商的期望利润;
 - Π_t : 供应链整体的期望利润;
- 根据上述假设和描述, 可得:
- 承包商的期望利润为:

$$\Pi_c = pS(Q) + vI(Q) - sL(Q) - wQ$$

供应商的期望利润为:

$$\Pi_s = (w - c)Q$$

建筑供应链的整体期望利润为:

$$\Pi_t = \Pi_c + \Pi_s = pS(Q) + vI(Q) - cQ - sL(Q)$$

3.1.2. 供应链回购契约基本模型

在回购契约协调模型中, 供应商与承包商约定回购价格。

供应商以上一节提出的各个变量及假设为基础, 进一步增加以下变量:

b : 供应商回购总承包商剩余的单位材料所支付的价格;

ε : 供应商回购总承包商剩余的材料的回购价格折扣系数, 即 $b = \varepsilon w$, 且 $\varepsilon < 1$;

T_b : 中间转移价格, 即承包商支付给供应商的部分利润:

$$T_b = wQ - bI(Q) = bS(Q) + (w - b)Q$$

根据上述假设和描述, 可得:

承包商的期望利润为:

$$\Pi_c = pS(Q) + bI(Q) - sL(Q) - wQ$$

供应商的期望利润为:

$$\Pi_s = bS(Q) + (w - b)Q - cQ + vI(Q)$$

建筑供应链的整体期望利润为:

$$\Pi_t = \Pi_c + \Pi_s = (p + s)S(Q) + vI(Q) - cQ - sE(x)$$

3.2. EPC 模式下集中式决策建筑供应链采购模型

首先考虑集中式决策建筑供应链采购, 此时, EPC 总承包商和材料供应商以整个供应链的整体利益为出发点, 双方的目标是利益最大化。那么假设各个参与方都是风险中性的, 可以求出我们最终的结果: 使得利益最大化的最优订货量。

仍旧采用上一章定义的变量, 且定义 $p > w > c > v > 0$ 。

整个 EPC 项目的供应链系统利润可以表示为:

$$\Pi_t = \Pi_s + \Pi_c = \begin{cases} px - cQ + v(Q - x), & x < Q \\ pQ - cQ - s(x - Q), & x > Q \end{cases} \quad (3-1)$$

引入 $S(Q)$ 表示承包商所需材料的期望值, 并且 $S(Q) = \min(x, Q)$, 材料的期望购买量为

$$S(Q) = E(S(Q)) = \int_0^Q xf(x)dx + \int_Q^\infty Qf(x)dx = Q - \int_0^Q F(x)dx = \int_0^Q \overline{F(x)}dx \quad (3-2)$$

用 $I(Q)$ 表示承包商的材料期望剩余量, 有

$$I(Q) = \int_0^Q (Q - x)f(x)dx = \int_0^Q F(x)dx \quad (3-3)$$

用 $L(Q)$ 表示承包商的材料期望缺货量, 有

$$\begin{aligned}
 L(Q) &= \int_0^{\infty} (x-Q)f(x)dx \\
 &= E(x) - \int_0^Q xf(x)dx - Q + QF(Q) \\
 &= E(x) - \int_0^Q \overline{F(x)}dx
 \end{aligned} \tag{3-4}$$

由此可得, 整个 EPC 项目中, 建筑供应链的期望利润函数可以归纳为:

$$\begin{aligned}
 \Pi_l &= pS(Q) + vI(Q) - cQ - sL(Q) \\
 &= (p+s-v) \int_0^Q \overline{F(x)}dx + (v-c)Q - s \int_0^{\infty} xf(x)dx
 \end{aligned} \tag{3-5}$$

求 Π_l 关于 Q 的一阶偏导数和二阶偏导数, 有

$$\frac{\partial \Pi_l}{\partial Q} = (p+s-v)\overline{F(x)} + (v-c_r) = (p+s-c_r) - (p+s-v)F(Q) \tag{3-6}$$

$$\frac{\partial \Pi_l}{\partial Q} = -(p+s-v) \tag{3-7}$$

由假设 $p > v > 0$ 可知, Π_l 关于 Q 的二阶偏导数小于 0, 即说明存在唯一的最优订货量, 使得整个 EPC 项目的建筑供应链整体获得最大期望利润。令 Π_l 关于 Q 的一阶偏导数等于 0, 可以得到这个最优解:

$$Q^0 = F^{-1}\left(\frac{p+s-c}{p+s-v}\right) \tag{3-8}$$

即, 当 EPC 项目订货量为 Q^0 时, 全体的利润达到最大化。

3.3. EPC 模式下分散式决策建筑供应链采购模型

承包商的期望利润可以表示为:

$$\Pi_c = pS(Q) + vI(Q) - sL(Q) - wQ = (p+s-v)S(Q) - (w-v)Q - sE(x) \tag{3-9}$$

求 Π_c 关于 Q 的一阶偏导数和二阶偏导数, 有

$$\frac{\partial \Pi_c}{\partial Q} = (p+s-w) - (p+s-v)F(Q) \tag{3-10}$$

$$\frac{\partial \Pi_c}{\partial Q} = -(p+s-v)f(Q) \tag{3-11}$$

由假设 $p > v > 0$ 可知, Π_c 关于 Q 的二阶偏导数也小于 0, 即说明我们需要的值 Q 的凹函数, 并存在唯一的最优订货量, 使利益最大化。令 Π_c 关于 Q 的一阶偏导数等于 0, 可以得到这个最优解:

$$Q^* = F^{-1}\left(\frac{p+s-w}{p+s-v}\right) \tag{3-12}$$

由于 $w > c$, 因此 $Q^0 > Q^*$ 。这也就说明这种现象不可避免, 但仍可以通过供应链契约来消除或缓解这一问题, 达到 EPC 模式下建筑供应链整体的协调。

通过计算分散决策下承包商的最优材料订购量是否等于集中式决策的最优材料订购量, 来衡量供应链契约是否为达到协调状态提供了帮助。即使供应链契约无法使得建筑供应链完全达到正好, 也要使双方的目标利润不受损害, 并且至少一方可以收到优惠。

下面, 对 EPC 模式下采用回购契约的建筑供应链采购协调模型进行描述和计算。

4. EPC 模式下基于回购契约的建筑供应链采购协调模型

4.1. 回归契约采购协调模型建立

仍旧假设 $p > w > c > v > 0$, 定义的变量与上一章一致, 同时定义新变量:

b : 供应商回购总承包商剩余的单位材料所支付的价格;

ε : 供应商回购总承包商剩余的材料的回购价格折扣系数, 即 $b = \varepsilon w$, 且 $\varepsilon < 1$;

T_b : 中间转移价格, 即承包商支付给供应商的部分利润,

$$T_b = wQ - bI(Q) = bS(Q) + (w - b)Q$$

EPC 项目总承包商所获得的期望利润为

$$\Pi_c = pS(Q) + bI(Q) - sL(Q) - wQ = (p + s - b)S(Q) - sE(x) - (w - b)Q \quad (4-1)$$

材料供应商所获得的期望利润为

$$\Pi_s = T(b) - cQ + vI(Q) = bS(Q) + (w - b)Q - cQ + vI(Q) \quad (4-2)$$

EPC 项目的建筑供应链整体利润为

$$\Pi_t = \Pi_c + \Pi_s = (p + s)S(Q) + vI(Q) - cQ - sE(x) \quad (4-3)$$

求 Π_c 关于 Q 的一阶偏导数和二阶偏导数, 由假设 $p > w > c > v$ 可知, Π_c 关于 Q 的二阶偏导数小于 0, 即说明总承包商的期望利润是关于 Q 的凹函数, 也就存在唯一的最优订货量, 使得总承包商获得最大期望利润。令 Π_c 关于 Q 的一阶偏导数等于 0, 可以得到这个最优解:

$$Q' = F^{-1}\left(\frac{p + s - w}{p + s - b}\right) \quad (4-4)$$

通过观察 Q' 是否等于 Q^0 , 可以确定采用回购契约是否有助于实现 EPC 模式建筑供应链的协调。

令 $Q' = Q^0$, 可以得到:

$$\frac{p + s - w}{p + s - b} = \frac{p + s - c}{p + s - v} \quad (4-5)$$

即:

$$w = p + s - \frac{(p + s - c)(p + s - b)}{p + s - v} = \frac{c(p + s - b) + b(p + s) - v(p + s)}{p + s - v} \quad (4-6)$$

一旦确定了回购价格 b , 就确定了相应的材料售价 w 。由此将 w 代入 Π_c 中, 得到 EPC 项目中总承包商的期望利润为:

$$\Pi_c = \frac{b - v}{p + s - v} [\Pi_t + sE(x)] \quad (4-7)$$

同理可得 EPC 项目中材料供应商的期望利润为:

$$\Pi_s = \Pi_t - \Pi_c = \frac{p + s - b}{p + s - v} \Pi_t + \frac{s(v - b)}{p + s - v} E(x) \quad (4-8)$$

4.2. 回购契约采购协调模型分析

为了简化分析, 令 $u = \frac{b - v}{p + s - v}$ 。

根据上述模型, 可以做出如下分析:

分析 1: 当 $0 < u < 1$, 且回购价格 $b \in (v, w)$ 时, 总有 $Q^0 = Q'$, 也就是说, 在 EPC 项目中, 回购契约采购协调模型下的供应链整体利润等于集中式决策下的供应链整体利润。

分析 2: 从 u 与 Π_c 表达式中可以看出, 回购价格 b 与 u 正相关, 由此得出, 回购价格越高, 获得的利润占供应链整体利润的比例越低, 承包商则反之。同时由回购价格 $b \in (v, w)$ 可知, b 越靠近批发价格 w , EPC 项目总承包商获得的期望利润越高。

5. 实例验证

以实例进行分析, 验证上一章中的分析及结论。本项目总承包商与材料供应商之间采取基于回购契约的协调模式进行采购。

本项目在单位工期内, 木质地砖的需求量为 $x \sim u(0, 60)$, 其余参数分别为:

供应商的单位材料成本 $c = 20$;

供应商的单位材料售价 $w = 25$;

承包商每缺少一单位材料, 所产生的损失 $s = 30$;

承包商处剩余的每单位材料的残值 $v = 10$;

承包商使用单位材料进行建设后, 取得的收入 $p = 40$;

由上一章的分析 3 可得, 回购价格 $b \in (v, w)$, 即有 $b \in (10, 25)$ 。通过利润分配公式进行计算, 可得表 1。

Table 1. A calculation table of EPC project materials procurement case based on repurchase contract
表 1. 基于回购契约的某 EPC 项目材料采购案例计算表

	b	Q'	Π_c	Π_s	Π_r
	11	50	121.03	228.97	350
	12	50	141.03	208.14	350
	13	50	162.69	187.31	350
	14	50	183.52	166.48	350
回购契约采购模式	15	50	204.17	145.83	350
	16	50	225	125	350
	17	50	246.01	103.99	350
	18	50	266.84	83.16	350
	20	50	308.5	41.5	350
集中式采购模式		50	100	250	350
分散式采购模式		45	112.5	225	337.5

由本案例可知:

1) 比较集中式采购模式和分散式采购模式, 可以看出分散式采购利润小于集中式采购利润, 即传统的分散式采购模式无法实现建筑供应链整体利润最大化。

2) 比较回购契约采购模式与集中式采购模式, 发现二者整体利润相同, 且当 $b = 11$ 时, 总承包商和材料供应商的期望利润值均高于分散式采购模式。这也说明, 采用回购契约采购模式有助于实现 EPC 项目建筑供应链的协调, 降低双重边际效应对于整体供应链利润的影响。

3) 回购契约采购模式, 在本案例中, 只有回购价格 $b \in (10, 11)$ 时, 才能使得承包商与材料供应商的

最大利润都大于分散式采购模式下二者的期望利润; 当 $b > 11$ 时, 双方的利益则出现巨大分歧, 一方增长另一方必然削弱, 比传统模式还要低, 则没有现实意义。

6. 结论与展望

EPC 模式作为当前建筑行业的热点问题, 受到了越来越多的关注。EPC 模式下的建筑供应链是一个复杂系统, 由于建筑产品具有生产周期长、投资额大、参与主体多等特征, 加之 EPC 模式下的建筑供应链的链条较长, 因此供应链的影响因素具有更大的复杂性和不确定性, 也由此引发了诸多问题。而参照制造业引入供应链契约, 能够有效提高建筑供应链管理绩效。

相较于传统的分散式材料采购模式, 集中式的材料采购模式能够为 EPC 项目的建筑供应链带来更高的整体利润。为了实现供应链协调, 本文引入了回购契约模型, 让双方利润同时增长, 并且使得供应链整体利润达到最优化。因此, 利用基于回购契约的建筑供应链采购协调模型, 能够推进 EPC 项目采购乃至整个项目建设工作的平稳运行, 具有显著的现实意义。

本文的模型是建立在双方风险中性、信息对称的基础上的, 在未来的研究中, 应当进一步分析不同的风险偏好和信息掌握程度对于 EPC 项目采购活动的影响, 与工程实际更好地契合。

参考文献

- [1] 刘杭, 刘强. 建筑供应链风险研究[J]. 科技和产业, 2017, 17(6): 85-90.
- [2] 孔海花, 孙家坤. EPC 模式下建筑供应链模型研究[J]. 建筑经济, 2018, 39(1): 87-90.
- [3] Grzybowska, K. (2017) The Modelling and Design Process of Coordination Mechanisms in the Supply Chain. *Journal of Applied Logic*, **24**, 25-38. <https://doi.org/10.1016/j.jal.2016.11.011>
- [4] 许娜, 张雷. 基于 BIM 技术的建筑供应链协同研究[J]. 北京理工大学学报, 2014, 34(12): 1315-1320.
- [5] 杨斯玲, 蒋根谋. 基于约束理论和集对分析的 EPC 建筑供应链风险管理[J]. 技术经济, 2016, 35(8): 111-117.
- [6] Nurul, A.Z.A. and Bingunath, I. (2018) Identification of the “Pathogenic” Effects of Disruptions to Supply Chain Resilience in Construction. *Procedia Engineering*, **212**, 467-474. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.060>
- [7] 靳道上. 基于供应链管理的 EPC 项目物资采购供应模式[J]. 低碳世界, 2018(5): 314-315.
- [8] 卢先亮. 建筑施工供应链协调及其问题分析[J]. 价值工程, 2018, 37(11): 85-86.
- [9] Back, W.E. and Moreau, K.A. (2000) Cost and Schedule Impacts of Information Management on EPC Process. *Journal of Management Engineering*, **16**, 59-70. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2000\)16:2\(59\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2000)16:2(59))
- [10] Ryciuk, U. (2017) Identification of Factors Related to Trust Formation in Construction Supply Chains. *Procedia Engineering*, **182**, 627-634. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.168>
- [11] 马骅. 国际工程项目管理(四)——国际工程 EPC 项目的采购管理[J]. 石油工程建设, 2005(3): 58-61+1.
- [12] Zhao, N. (2008) On Classification Scheme for Procurement Management in EPC Mode. *Journal of Transportation Systems Engineering & Information Technology*, **8**, 137-141.
- [13] Pal, P. and Wang, P. (2017) The Critical Factors in Managing Relationships in International Engineering, Procurement, and Construction (IEPC) Projects of Chinese Organizations. *International Journal of Project Management*, **35**, 1225-1237. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.05.010>
- [14] 刘华明, 王勇, 李后建. 伙伴关系、物流能力与供应链整合关系研究[J]. 中国管理科学, 2016, 24(12): 148-157.
- [15] Song, H. and Gao, X. (2018) Green Supply Chain Game Model and Analysis under Revenue-Sharing Contract. *Journal of Cleaner Production*, **170**, 183-192. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.138>
- [16] 刘家国, 吴冲. 基于报童模型的两级供应链回购契约协调研究[J]. 中国管理科学, 2010, 18(4): 73-78.
- [17] 刘琦铀, 张成科, 冷碧滨. 供应链契约稳定性及其在期权博弈视角下的优化[J]. 中国管理科学, 2016, 24(3): 71-79.
- [18] Tsay, T.A. (2001) Managing Retail Channel Overstock: Markdown Money and Return Policies. *Journal of Retailing*, **77**, 457-492. [https://doi.org/10.1016/S0022-4359\(01\)00055-0](https://doi.org/10.1016/S0022-4359(01)00055-0)
- [19] Peng, H.J. and Pang, T. (2018) Coordination Contracts for a Supply Chain with Yield Uncertainty and Low-Carbon

- Preference. *Journal of Cleaner Production*, **205**, 291-302. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.038>
- [20] Nie, T.F. and Du, S.F. (2017) Dual-Fairness Supply Chain with Quantity Discount Contracts. *European Journal of Operational Research*, **258**, 491-500. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.08.051>
- [21] 邹浩, 程赐胜. 不对称信息下应对突发事件的供应链回购契约协调模型[J]. 长沙理工大学学报(自然科学版), 2013, 10(1): 28-33+40.