

# 公共建设项目工期管理激励机制设计研究

常金贵, 罗福周, 刘 静

(西安建筑科技大学管理学院, 陕西 西安 710055)

**摘要:** Shapley 值法是进行利益分配的一种有效方法, 能有效考虑参与方的利益贡献度进行利益的合理分配. 首先对公共建设项目参与三方的利益进行分析, 然后在工期与参与方合作行为的假定关系上定量化分析工期与成本收益之间的关系, 利用 Shapley 值设计出一种利益分享机制, 以解决公共建设项目参与三方合作博弈下的收益分配, 有利于激励参与方的合作行为. 最后通过实例证明该种分配方式能较好的激励项目参与各方选择合作的行为. 本文的研究对于有效促进公共建设项目参与各方的充分合作, 提高公共建设项目的工期管理水平有着积极的意义.

**关键词:** 工期; 公共建设项目; 成本; 收益

**中图分类号:** TU712

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1006-7930(2014)03-0449-05

公共建设项目是政府部门和公共部门运用公共资源实行公共利益的重要活动<sup>[1]</sup>, 公共建设项目的存在不仅能够产生直接的国民经济效益, 还带来大量非市场性的影响, 如无形的社会效益, 提供便利等<sup>[2]</sup>. 由于我国公共投资领域存在制度性等结构缺陷<sup>[3]</sup>, 公共建设项目中的项目管理一直存在较多的问题, 工期拖延现象普遍存在于大多数公共建设项目中. 王家远的研究表明, 大部分公共建设项目工期延误率在 0~40% 之间, 而业主和承包商是导致工期延误的最主要风险因素<sup>[4]</sup>. 工期、质量、成本和安全是项目管理中四个重要的控制目标, 在保证工程质量和施工安全的前提下, 工期管理尤为关键.

严玲等认为公共项目的本质是一族利益相关者围绕着公共需求, 共享项目资源而缔结的长期契约<sup>[5]</sup>. 公共建设项目的参与主体众多, 包括政府相关部门、承包商、设计单位、监理单位、项目管理公司等, 只有合理的考虑各主体的利益才能实现政府或业主方对工期等目标的有效控制. Berends 认为激励合同的设计应该考虑成本、工期、安全等多方面的因素. 兰定筠等通过建立政府委托人与代建人的主从递阶决策模型, 利用对策论的方法讨论了代建合同中成本工期激励系数的优化问题<sup>[6]</sup>. 汪应洛等建立了多合同的主从递阶决策模型, 找出工程最优工期, 实现项目业主和多个承包方的博弈达到均衡状态<sup>[7]</sup>. 李翠娟等对剩余收益进行分配, 有效的避免了企业评估中评价结果不公的现象<sup>[8]</sup>. 戴建华等从价值创造的角度分析了收益分配原则<sup>[9]</sup>.

诸多学者的研究集中于一般的建设项目, 并且相对的把项目参与主体视为对立的两方进行零和竞争. 而公共建设项目中不仅需要分析作为业主的政府方其利益包括经济性和公益性两大部分这一特殊性, 同时需考虑公共项目参与主体的众多, 一方面各方的利益诉求不同, 需要合理的分配; 另一方面各方的努力能够使项目增效最大化, 合作博弈思维的有效运用能够最大的实现参与各方的利益. Shapley 值法是由 Shapley L S 在 1953 年给出的解决  $n$  个人合作对策问题的一种数学方法. 基于 Shapley 值法的利益分配方法既不是平均分配, 也不同于基于投资成本比例的分配, 而是根据对效益产生的贡献率对项目参与各方进行利益分配<sup>[10]</sup>. 运用该方法对工期提前投产的效益进行分配, 可以促进利益分配的公平, 有效的刺激参与各方对工期管理与优化付出努力. 对建设项目进行激励机制的设计需要同时考虑业主和承包人, 合理的分配风险, 并且业主对项目的参与度也需合理安排<sup>[11]</sup>, 因而运用 Shapley 值法能较好的解决公共建设项目中的利益分配与激励问题.

本文结合相关文献, 运用合作博弈分析方法, 首先分析公共建设项目在建设阶段的主要参与主体的特点并定量化各自的利益诉求, 然后运用 Shapley 值法对项目工期优化产生的利益进行分配, 从而建立一套将项目管理公司、承包商的利益更好的与项目实施利益挂钩的激励机制, 不仅能体现公平, 还能实现最优激励.

## 1 公共建设项目参与主体的特点及其利益分析

诸多学者对影响建设项目工期的因素进行分析, 得出业主风险和施工方风险是影响项目工期的较显著因素, 如 2009 年, 赵冬娜运用结构方程模型方法, 通过 698 份问卷调查, 分析得出项目自身风险、业主

风险、施工方风险对工程项目的工期延误程度的影响路径系数分别是 0.56、0.48 和 0.59, 属于一级风险, 对工期延误具有显著的正向影响<sup>[12]</sup>. 基于此, 本文仅选择政府业主、承包商以及项目管理公司作为研究对象, 对由项目的赶工而产生的增项费用与增项收益进行分析.

公共建设项目具有公益性和经营性两大特征, 对于公共建设项目的业主方, 通常假定为地方或中央政府, 一般政府会委托一个或多个项目管理公司作为业主代表, 对公共建设项目的建设与管理进行目标控制和管理. 公共建设项目是国家预算投资的政府行为, 而在当前的社会转型期, 公共项目各参与主体对项目目标有着不同需求, 从而导致不同项目利益集团的凸显. 公共建设项目的参与主体有着各自的利益诉求, 在项目决策过程中的影响力与地位也是不同的. 社会公众代表的政府作为这一公共建设项目的特殊业主, 其行为并不单纯追求经济效率. 对公共建设项目进行绩效评估要比一般的建设项目复杂, 源于其公共品的性质, 众多的利益相关者, 政府业主的多元目标 (经济性的和政治性的), 对公共建设项目进行衡量的指标体系同样也是复杂和多元的<sup>[13]</sup>.

政府业主的价值主要由社会性价值构成, 通常考虑对环境、资源等的影响, 对地方经济发展的促进, 改善当地就业等方面的作用. 而在诸多利益主体的价值关系网, 政府项目公司则是实现各利益主体价值的关键核心要素. 众多利益主体的价值实现是通过项目公司实现公共项目的价值而完成, 公共项目的价值也是通过实现各利益主体的价值而实现的<sup>[14]</sup>. 政府项目公司对项目的实施进行监督和管理, 其管理能够有效的提高工期管理的效率, 政府业主对工期的目标期许也是项目管理公司的内在目标, 其管理行为通过向承包商进行经济激励等方式表现, 其利益包括项目管理公司基本的管理利润, 加上由于承包商的具体施工过程完成了业主的工期目标从而对项目管理公司给予的奖励, 当然还得扣除为了让承包商进行工期优化而付出的额外的管理成本.

作为公共建设项目的一个重要参与主体——承包商的利益诉求即为经济利润最大的追逐, 作为理性的经济人, 本文假定其会考虑成本与收益的平衡, 若通过诸如加大人力投入、赶工、采用更先进的技术设备等方式使得工期得以优化, 则可以从中获得来自业主的额外奖励. 在项目管理公司不同的监管强度下其进行工期优化或不采取措施进行工期优化, 根据工期优化的努力程度不同最终的工期也会不同, 因而产生不同的工期效益.

综合以上分析, 对公共建设项目的三大参与主体的行为进行归纳如下:

业主方的利益: 对于业主, 其成本主要由三部分组成, 支付给项目管理公司和支付给施工单位的管理费用, 及其投资于项目的资金产生的机会成本. 分别用  $C_{11}$ 、 $C_{12}$  和  $C_{13}$  表示. 而业主的收益则通常包括两部分: 项目提前完工产生的收益 (公共建设项目的收益包括公众的满意程度等) 和资金提前回收节约的利息成本收益, 分别用  $B_{11}$  和  $B_{12}$  表示.

项目管理公司的成本在本文中主要分析其对承包商投入的管理成本, 用  $C_{21}$  表示. 收益包括来自业主方的管理费用收入以及因项目提前完工而节约的管理资源投入, 用  $B_{21}$  和  $B_{22}$  分别表示.

承包商的成本主要由两部分: 管理费用支出增大导致的间接成本增加; 为项目赶工所增加的技术投入成本, 分别用  $C_{31}$  和  $C_{32}$  表示. 收益一方面来自与业主在合同中约定的提前完工奖励, 另一方面来自自身因项目提前完工所节约的间接成本投入, 分别用  $B_{31}$  和  $B_{32}$  表示.

为了简化计算, 本文采用系数估算实际的成本与收益, 具体操作为根据成本与收益的最大可能值, 结合参与主体的行为取定一个系数, 得到对应不同主体行为的成本与收益值. 对应项目参与三方的行为则会产生不同的工期优化结果, 虽然实际中影响工期的因素很多, 为了能更好的研究主体行为对工期的影响, 本文假定最终的工期只受主体的行为影响. 则主体行为与工期之间的影响关系见表 1 所列:

表 1 公共建设项目三大参与主体的行为

| Tab.1 The behaviors of the main participant in public construction projects |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 参与主体  | 主体行为  |       |       |       |       |       |       |       |
| 业主  | 不激励   |       |       |       | 激励    |       |       |       |
| 项目管理公司  | 不监管   |       | 监管    |       | 不监管   |       | 监管    |       |
| 承包商   | 不赶工   | 赶工    | 不赶工   | 赶工    | 不赶工   | 赶工    | 不赶工   | 赶工    |
| 最终结果  | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ | $T_5$ | $T_6$ | $T_7$ | $T_8$ |

具体的系数取定如下表所示, 基数为对应的成本与效益的最大可能值, 表中的系数可以通过专家评审法、经验系数法等进行精确取定, 本文的取数较为粗略, 仅根据不同的成本值与工期之间的传统影响关系取定.

表 2  $T_i$  值与成本值的取费系数对应表

Tab.2 The corresponding tab of  $T_i$  value with coefficient values of the cost

| 不同结果所对应的系数 | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ | $T_5$ | $T_6$ | $T_7$ | $T_8$ |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $C_{11}$   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 1     | 1     | 1     | 1     |
| $C_{12}$   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 1     | 1     | 1     | 1     |
| $C_{13}$   | 1     | 0.8   | 0.7   | 0.6   | 0.5   | 0.4   | 0.3   | 0.2   |
| $C_{21}$   | 0.5   | 0.5   | 1     | 1     | 0.5   | 0.5   | 1     | 1     |
| $C_{31}$   | 0.5   | 1     | 0.5   | 1     | 0.5   | 1     | 0.5   | 1     |
| $C_{32}$   | 0.5   | 1     | 0.5   | 1     | 0.5   | 1     | 0.5   | 1     |
| $B_{11}$   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   | 0.6   | 0.7   | 0.8   | 1     |
| $B_{12}$   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   | 0.6   | 0.7   | 0.8   | 1     |
| $B_{21}$   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 1     | 1     | 1     | 1     |
| $B_{22}$   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   | 0.6   | 0.7   | 0.8   | 1     |
| $B_{31}$   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 1     | 1     | 1     | 1     |
| $B_{32}$   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   | 0.6   | 0.7   | 0.8   | 1     |

对应  $T_1$  结果下的系统的成本与效益结果为:

$$\gamma(T_1)=[0.2B_{11}+0.2B_{12}+0.5B_{21}+0.2B_{22}+0.5B_{31}+0.2B_{32}]-[0.5C_{11}+0.5C_{12}+C_{13}+0.5C_{21}+0.5C_{31}+0.5C_{32}]$$

同理可以得出其他结果对应的系统综合效益  $\gamma(T_i)$ .

2 建立利益分配机制, 实现各方的利益分配公平

满足项目利益相关者的需求和正确处理好他们之间的关系对于项目的成功是非常重要的. 从多元利益主体的价值构成角度出发研究, 公共项目的主要价值因素有: 受众价值因素、政府投资者价值因素、政府项目公司价值因素、承包商供应商价值因素等相关利益主体的价值因素<sup>[15]</sup>. 因此, 在公共建设项目的建设实施过程中设计并实施激励机制时, 需要恰当的平衡社会利益与个体、群体利益的相互关系. Paul van den Brink 等提出人们的行为具有利他性, 自己的得益与合作者的得益相关, 这就会促进合作者之间共享知识, 实现共同利益最大化<sup>[15]</sup>.

当  $n$  个人从事某项经济活动时, 对于他们之中若干人组合的每一种合作形式, 都会得到一定的效益, 当人们之间的利益活动非对抗性时, 合作人数的增加不会引起效益的减少, 这样, 全体  $n$  个人的合作将带来最大效益, Shapley 值法是分配这个最大效益的一种方案.

2.1 Shapley 值法模型

Shapley 值法的定义如下<sup>[16]</sup>:

设集合  $N=\{1, 2, \cdots, n\}$ , 如果对于  $N$  的任一子集  $S$  (表示  $n$  人集合中的任一组合) 都对应着一个实值函数  $v(S)$ , 满足  $V(\emptyset)=0$ ;  $V(S_1 \cup S_2) \geq v(S_1)+v(S_2)$ , 称  $[N, v]$  为  $n$  人合作对策, 其中  $S_1 \cap S_2 = \emptyset, S_1 \subseteq I, S_2 \subseteq N, v$  称为对策的特征函数.

通常情况下, 用  $x_i$  表示  $N$  中  $i$  成员从合作的最大效益  $v(N)$  中应得到的一份收入, 其中  $i=1, 2, \cdots, n$ .  $v(i)$  为  $i$  成员单干时的收入, 在合作  $N$  的基础下, 合作对策的分配用  $X=(x_1, x_2, \cdots, x_n)$  表示. 显然, 该合作成功必须满足: (1)  $\sum x_i=v(N)$ ; (2)  $x_i \geq v(i)$ . ( $i=1, 2, \cdots, n$ ).

在 Shapley 值法中, 合作  $N$  下的各个伙伴所得利益分配称为 Shapley 值, 并记作  $\varphi(v)=(\varphi_1(v), \varphi_2(v), \cdots, \varphi_n(v))$ ,  $\varphi_i(v)$  表示在 Shapley 值法下合作  $N$  中第  $i$  成员所得的分配, 其计算如下:

$$\varphi_i(v)=\sum_{S \in S_i} W(|S|) [v(S)-v(S \setminus i)] \tag{1}$$

其中: 
$$v(S)=\sum_{i \in S} \frac{(|S|-1)-(n-|S|)!}{n!}.$$

式中:  $S_i$  是集合  $N$  中包含成员  $i$  的所有子集;  $|S|$  是子集  $S$  中的元素个数;  $n$  为集合  $N$  中的元素个数;  $W(|S|)$  是加权因子;  $v(S)$  为子集  $S$  的效益;  $v(S \setminus i)$  是子集  $S$  中除去成员  $i$  后可取得的效益.

2.2 合作与非合作的利益分析

以补偿的视角出发, 借鉴钟波涛的研究<sup>[17]</sup>, 将公共建设项目的参与方连同项目本身归为一个大系统, 而在分析个体收益时以补偿的方式, 分析项目参与各方的行为最终形成的系统增效, 从而得出合作与非合作下的收益, 据此对合作博弈下的利益进行分配, 从而实现项目参与各方的得到公平的利益收获. 表 3 列出了项目参与各方在合作与非合作组合情况下的费用与利益增效.

表 3 项目参与各方利益增效  
Tab.3 Interests of all parties involved in the project

| 组合情况      | 不合作           | 合作            | 系统收益增效                      |
|-----------|---------------|---------------|-----------------------------|
| 1         | $\gamma(T_2)$ | $\gamma(T_2)$ | 0                           |
| 2         | $\gamma(T_3)$ | $\gamma(T_3)$ | 0                           |
| 3         | $\gamma(T_5)$ | $\gamma(T_5)$ | 0                           |
| 1 ∪ 2     | $\gamma(T_1)$ | $\gamma(T_7)$ | $\gamma(T_7) - \gamma(T_1)$ |
| 1 ∪ 3     | $\gamma(T_1)$ | $\gamma(T_6)$ | $\gamma(T_6) - \gamma(T_1)$ |
| 2 ∪ 3     | $\gamma(T_1)$ | $\gamma(T_4)$ | $\gamma(T_4) - \gamma(T_1)$ |
| 1 ∪ 2 ∪ 3 | $\gamma(T_1)$ | $\gamma(T_8)$ | $\gamma(T_8) - \gamma(T_1)$ |

由表可知:  $v(1)=0$ ;  $v(2)=0$ ;  $v(3)=0$ ;  $v(1 \cup 2) = \gamma(T_7) - \gamma(T_1)$ ;  $v(1 \cup 3) = \gamma(T_6) - \gamma(T_1)$ ;  $v(2 \cup 3) = \gamma(T_4) - \gamma(T_1)$ ;  $v(1 \cup 2 \cup 3) = \gamma(T_8) - \gamma(T_1)$ .

由公式(1)可得  $\varphi_i(v)$  的计算式如下:

$$\begin{aligned}\varphi_1(v) &= 1/6 \times \{[\gamma(1 \cup 2)] + [\gamma(1 \cup 3)] - 2 \times [\gamma(2 \cup 3)] + 2 \times [\gamma(1 \cup 2 \cup 3)] + 2 \times v(1) - v(2) - v(3)\} \\ &= 1/6 \times \{[\gamma(T_7) - \gamma(T_1)] + [\gamma(T_6) - \gamma(T_1)] - 2 \times [\gamma(T_4) - \gamma(T_1)] + 2 \times [\gamma(T_8) - \gamma(T_1)]\} \\ \varphi_2(v) &= 1/6 \times \{[\gamma(1 \cup 2)] + [\gamma(2 \cup 3)] - 2 \times [\gamma(1 \cup 3)] + 2 \times [\gamma(1 \cup 2 \cup 3)] + 2 \times v(2) - v(1) - v(3)\} \\ &= 1/6 \times \{[\gamma(T_7) - \gamma(T_1)] + [\gamma(T_4) - \gamma(T_1)] - 2 \times [\gamma(T_6) - \gamma(T_1)] + 2 \times [\gamma(T_8) - \gamma(T_1)]\} \\ \varphi_3(v) &= 1/6 \times \{[\gamma(1 \cup 3)] + [\gamma(2 \cup 3)] - 2 \times [\gamma(1 \cup 2)] + 2 \times [\gamma(1 \cup 2 \cup 3)] + 2 \times v(3) - v(1) - v(2)\} \\ &= 1/6 \times \{[\gamma(T_6) - \gamma(T_1)] + [\gamma(T_4) - \gamma(T_1)] - 2 \times [\gamma(T_7) - \gamma(T_1)] + 2 \times [\gamma(T_8) - \gamma(T_1)]\}\end{aligned}$$

### 3 算例

某公共项目总投资为 2 亿元, 其参与方的成本费用与收益数据如下:  $C_{11}$  为 20 万,  $C_{12}$  为 60 万,  $B_{11}$  为 200 万,  $B_{12}$  为 8 万,  $C_{21}$  为 14 万,  $B_{21}$  为 20 万,  $B_{22}$  为 2 万,  $C_{31}$  为 3 万,  $C_{32}$  为 9 万,  $B_{31}$  为 20 万,  $B_{32}$  为 3 万.

运用表 3, 求得  $\gamma(T_i)$  的值得:  $\gamma(T_1)=9.6$ ;  $\gamma(T_2)=24.9$ ;  $\gamma(T_3)=45.2$ ;  $\gamma(T_4)=60.5$ ;  $\gamma(T_5)=74.8$ ;  $\gamma(T_6)=90.1$ ;  $\gamma(T_7)=110.4$ ;  $\gamma(T_8)=14.7$ .

计算  $\varphi_i(v)$  值得:

$$\begin{aligned}\varphi_1(v) &= 1/6 \times \{[\gamma(T_7) - \gamma(T_1)] + [\gamma(T_6) - \gamma(T_1)] - 2 \times [\gamma(T_4) - \gamma(T_1)] + 2 \times [\gamma(T_8) - \gamma(T_1)]\} \\ &= 1/6 \times [110.4 - 9.6 + 90.1 - 9.6 - 2 \times (60.5 - 9.6) + 2 \times (14.7 - 9.6)] = 44.6 \\ \varphi_2(v) &= 1/6 \times \{[\gamma(T_7) - \gamma(T_1)] + [\gamma(T_4) - \gamma(T_1)] - 2 \times [\gamma(T_6) - \gamma(T_1)] + 2 \times [\gamma(T_8) - \gamma(T_1)]\} \\ &= 1/6 \times [110.4 - 9.6 + 60.5 - 9.6 - 2 \times (90.1 - 9.6) + 2 \times (14.7 - 9.6)] = 34.8 \\ \varphi_3(v) &= 1/6 \times \{[\gamma(T_6) - \gamma(T_1)] + [\gamma(T_4) - \gamma(T_1)] - 2 \times [\gamma(T_7) - \gamma(T_1)] + 2 \times [\gamma(T_8) - \gamma(T_1)]\} \\ &= 1/6 \times [90.1 - 9.6 + 60.5 - 9.6 - 2 \times (110.4 - 9.6) + 2 \times (14.7 - 9.6)] = 34.1\end{aligned}$$

可以看到  $v(1 \cup 2 \cup 3) \geq v(1) + v(2) + v(3)$ , 该算例的计算结果表明, 若公共建设项目的参与三方采取合作的行为, 可较显著的提高三方所建立的系统的总体收益. 本文计算的利益分配值属于增效收益, 在项目参与三方不采取合作行为时, 其增效收益为 0, 而采取合作行为, 则通过运用 Shapley 值法根据参与方对利益的贡献值对增效利益进行分配, 能够有效的激励项目参与方的合作行为.

### 4 结论

本文结合 Shapley 值法提出了一种利益分配方式, 对工期管理产生的增效利益进行分配. 由算例可以看出通过协调合作, 可以最大化公共项目参与各方的利益. 本文的方法同时考虑了项目参与各方的特点, 结合其分别的成本与收益, 使利益的分配更加贴近实际, 能够充分的调动参与方的进行工期管理的积极性, 促进工期管理工作的健康有序快速发展. 本文中对工期与工期增效利益的关系研究虽有一定的深入, 但仍较为简化, 实际中工期成本关系较为复杂, 需要更为严谨的研究, 另外公共项目中作为业主的政府一方的收益中包括公众满意度等需要定量化研究的因素, 可以作为以后研究的一个方向.

### 参考文献 References

- [1] 谢琳琳, 杨宇. 公共投资建设项目参与主体影响力研究[J]. 科技进步与对策, 2012(19): 21-25.  
XIE Linlin, YANG Yu. Studies on influence powers of participants in public projects science & technology[J]. Progress and Policy, 2012(19): 21-25.

- [2] 谢逢杰. 城市轨道交通项目经济效益评价方法初探[J]. 工业技术经济, 2004, 23(3): 77-79.  
XIE Fengjie, Research on economic valuation method of urban rail transit project[J]. Industrial Technology & Economy, 2004, 23(3): 77-79.
- [3] 严玲, 尹贻林, 范道津. 公共项目治理理论概念模型的建立[J]. 中国软科学, 2004(6): 130-135.  
YAN Ling YIN, Yilin, FAN Daojin. A conceptual model for public project governance[J]. China Soft Science, 2004(6): 130-135.
- [4] 王家远, 申立银, 郝晓冬. 公共建设项目工期延误风险研究[J]. 深圳大学学报, 2006(4): 303-308.  
WANG Jiayuan, SHEN Liyin, HAO Xiaodong. Research on schedule delays risk in public construction project[J]. Journal of Shenzhen University, 2006(4): 303-308.
- [5] 严玲, 赵黎明. 公共项目契约本质及其与市场契约的关系的理论探讨[J]. 中国软科学, 2005(9): 2-4.  
YAN Ling, ZHAO Liming. Theoretical study on the contractual nature of public project and the contractual relationship between public project and market[J]. China Soft Science, 2005(9): 2-4.
- [6] 兰定筠, 尹珺祥. 对代建合同成本工期激励系数的研究[J]. 土木工程学报, 2008, 41(6): 93-97.  
LAN Dingjun, YIN Junxiang. A study on the cost and time incentive coefficients in agent contracts[J]. China Civil Engineering Journal, 2008, 41(6): 93-97.
- [7] 汪应洛, 杨耀红. 多合同的激励优化与最优工期确定[J]. 预测, 2005(2): 60-63.  
WANG Yingluo, YANG yaohong. Incentive optimization and the determination of optimal project duration to multi-contracts[J]. Forecasting, 2005(2): 60-63.
- [8] 李翠娟, 宣国良. 基于 Shapley 值的企业知识合作剩余分配与协调[J]. 上海交通大学学报, 2006, 40(4): 588-592.  
LI Cuijuan, XUAN Guoliang. The allocation of residual interest in knowledge cooperative based on shapley value[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2006, 40(4): 588-592.
- [9] 戴建华, 薛恒新. 基于 Shapley 值法的动态联盟伙伴企业利益分配策略[J]. 中国管理科学, 2004, 12(4): 33-36.  
DAI Jianhua, XUE Hengxin. The strategy of profit allocation among partners in dynamic alliance based on the shapley value[J]. Chinese Journal of Management Science, 2004, 12(4): 33-36.
- [10] CAMARINHE-MATOS L M. Hierarchical coordination in virtual enterprise infrastructure[J]. Journal of Intelligent and Robotic System, 1999, 26: 267-287.
- [11] BOWER D, ASHBY G, GERALD K, et al. Incentive Mechanisms for Project Success[J]. Journal of Management in Engineering 2002, 18(1): 37-43.
- [12] 赵冬梅, 王晓强, 侯丽娜. 工程项目工期延误的关键风险研究[J]. 技术经济与管理研究, 2009(5): 48-50.  
ZHAO Dongmei, WANG Xiaoqiang, HOU Lina. Research on key risk in project schedule delay[J]. Technoeconomics & Management Research, 2009(5): 48-50.
- [13] 杜亚灵, 尹贻林, 严玲. 公共项目管理绩效改善研究综述[J]. 软科学, 2008, 22(4): 72-76.  
DU Yalin, YIN Yilin, YAN Lin. Literature review and some Issues on performance-improvement of public project management[J]. Soft Science, 2008, 22(4): 72-76.
- [14] 王坡, 朱喜旺. 面向多元利益主体的公共项目价值模型研究[J]. 华东经济管理, 2011, 25(2): 137-141.  
WANG Bo, ZHU Xiwang. Study on the value model of multi stakeholders oriented public project[J]. East China Economic Management, 2011, 25(2): 137-141.
- [15] BRINK Paul Van Den. Measurement of conditions for knowledge sharing[C]//Proceedings 2nd European Conference On Knowledge Management. Bled, 2001, 1(11): 1-6.
- [16] 姜启源. 数学模型[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.  
JIANG Qiyuan. Model of mathematics[M]. Beijing: Higher Education Press, 2001.
- [17] 钟波涛, 丁烈云, 余明辉, 等. 补偿视角下的工程进度协调及其收益 Shapley 值法分配[J]. 重庆大学学报: 社会科学版, 2011(17): 74-78.  
ZHONG Botao, DING Lieyun, YU Minghui, et al. Coordination of construction process based on compensation mechanism and shapley value benefit sharing[J]. Journal of Chongqing University: Social Science Edition, 2011(17): 74-78.

## Incentive mechanism design of schedule management in public construction project

CHANG Jingui, LUO Fuzhou, LIU Jing

(School of Management, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an, 710055, China)

**Abstract:** Shapley value is an effective method for benefits distribution, which can take the contribution to the benefits of every participant into consideration when allocating the interests. This article includes three aspects. Firstly, a benefit analysis of the three participators in public construction project. Secondly, a quantitative analysis about the relationship between schedule and cost, on the assumption that the cooperative behaviors can affect the schedule. To solve the income distribution in tripartite cooperative game so as to encourage the cooperate behaviors in public construction project. Finally, an example was provided to prove that the distribution method can make the cooperative behaviors good choice for the participants, as it turns out that everyone can benefit more in this choice. This study has an positive meaning for the effective promotion of cooperation behaviors of all parties involved in public construction projects, as well as for improving the management level on schedule in public construction projects.

**Key words:** schedule; public construction project; cost; benefit

(本文编辑 桂智刚)