

doi:10.11835/j.issn.1008-5831.2013.05.012

# 基于机制设计理论的建设工程招标最优机制设计

王卓甫<sup>1</sup>, 丁继勇<sup>1,2</sup>, 周建春<sup>1</sup>, 张怡<sup>1</sup>

(1. 河海大学, 江苏 南京 210098; 2. 宾夕法尼亚州立大学, 美国 州学院 PA 16802)

**摘要:**在分析建设工程交易特点的基础上,借助机制设计理论,以招标人总成本最小作为目标函数,将参与约束、激励相容约束以及技术能力、支付能力和控制价等作为约束条件,构建了建设工程招标机制模型;针对建设工程交易特点,借鉴 Myerson 的最优拍卖理论,对招标机制模型进行了分析,提出了相应的简化模型;根据模型的构建及分析过程,提出了建设工程招标最优机制的应用程序,并探讨了相关参数的确定方法。研究成果为建设工程招标机制设计提供了一般性框架,建设工程招标机制的详细设计还有待进一步研究。

**关键词:**建设工程;招标;机制设计

**中图分类号:**F407.9

**文献标志码:**A

**文章编号:**1008-5831(2013)05-0073-06

工程实践表明,建设工程招标机制是否合理,不仅涉及建设工程造价控制,而且关系工程进度和质量目标的实现。在交易视角下,建设工程招标机制与拍卖机制具有异曲同工之妙,均属经济机制范畴,需要根据相关条件进行设计,以达到既定目标。由 Hurwicz 创立,Maskin 和 Myerson 等人发展和完善的机制设计理论,为建设工程招标最优机制研究提供了一般性的理论分析框架,使建设工程招标最优机制的设计成为可能。

20 世纪后叶,Myerson<sup>[1]</sup>开创了用机制设计方法研究拍卖机制的先河,其研究成果常被作为研究工程招标机制的经典文献。沿着 Myerson 的研究思路,Harris & Raviv<sup>[2]</sup>以及 Riley & Samuelson<sup>[3]</sup>等人在分析最优拍卖机制的同时,对 Myerson 的研究成果进行了完善和推广,但他们均未考虑交易费用和技术方面的约束条件,因而其研究成果并不能直接套用于工程招标机制。李建章<sup>[4]</sup>采用 Myerson 开创的方法研究了有交易成本的土木工程施工合同招标最优机制设计,但其仅考虑了交易费用,而没有考虑技术方面的约束条件,以及为控制非法围标行为而设置保留价等问题,故其理论和应用仍有待完善。邢会歌、王卓甫等<sup>[5]</sup>的研究认为,不同交易成本的工程项目应采用不同的招标机制,其根据工程交易费用的大小及其对工程招标机制设计的影响,提出中国工程招标机制设计思想,即零交易费用的工程招标机制和考虑交易费用的工程招标机制,它们相应分别采用最低价中标机制和综合评标机制。在文献[4,5]的基础上,王卓甫等<sup>[6]</sup>将交易成本纳入招标方的商

收稿日期:2012-09-20

基金项目:国家社会科学基金项目(06BJY085);住房和城乡建设部软科学研究项目(2008-R3-15);国家留学基金项目(201206710036)

作者简介:王卓甫(1957-),男,博士,教授,河海大学工程管理研究所所长,主要从事工程风险分析、工程管理研究。

务目标,而将工程质量水平和建设工期等要求作为招标的技术约束条件,建立了建设工程招标模型,并提出了该模型下相应的评标机制,但文献[6]并没有从机制设计理论的高度出发进行工程招标机制设计,在一定程度上缺乏理论支撑和依据,因而模型的有效性和实用性仍值得商榷。郑边江<sup>[7]</sup>从建设工程招标者的角度,重点分析了工程招标者收益最大化的招标机制设计问题,其借助机制设计理论和博弈论的方法,得出了私人估价模型下最优招标的简化方法,运用显示原理分析了一般条件下的最优招标机制设计,为工程招标问题的研究提供了一种新思路,但是其并没有全面考虑工程招标实际目标和约束条件,也没有提出建设工程招标最优机制设计的一般性框架。向为民<sup>[8]</sup>则引入价值工程的分析方法以改进现有招标评标方法,通过功能评价、成本评价及价值评价系数的计算,在一定程度上为择优评标提供了科学依据。此外,随着组合拍卖机制设计理论的发展<sup>[9-10]</sup>,一些文献提出了建设工程组合招标机制设计问题<sup>[11-12]</sup>,但是组合招标的必要性和可行性还有待工程实践检验后得出结论。

综合分析现有相关文献可以看出,建设工程招标机制设计方面的研究正在逐步深入和完善,但其中部分研究缺乏理论支撑,有些研究则不符合招标实际,因而须在综合考虑理论和实践两方面需要的前提下,对相关研究做进一步完善,以提高其成果的有效性和实用性。鉴于此,本文拟针对已有研究的各种不足,借助于机制设计理论,对建设工程招标最优机制做进一步探索,并在研究中试图更全面地考察建设工程招标的实际目标和约束条件,以期获得可行、有效的建设工程招标最优机制设计的一般性框架。

### 一、建设工程交易特点分析

建设工程交易一般先由工程发包方通过某种招标机制确定工程承包方和交易价格;据此交易双方签订工程交易合同后,工程进入“边生产、边交易”的活动。与一般交易相比,建设工程交易具有其自身的独特性,主要表现在如下几个方面。

(1)“先订货,后生产”。一般交易通常是“一手交钱,一手易货”;而建设工程交易是“先订货,后生产”,即先通过招标确定工程产品的“生产方”,然后再组织工程产品的生产或实施。事实上,工程招标仅是工程交易的开始,后面还存在复杂的交易过程。

(2)交易过程伴随着较高的交易成本。建设工程交易过程通常受众多因素的影响,且交易过程相对较长,因而具有较大的不确定性,这种不确定性导致建设工程合同的不完备性,使交易过程存在较高的交易

成本。

(3)交易双方都面临较大的风险。由于建设工程交易具有较大的不确定性,包括环境的不确定性和交易合同的不完备性,以及交易双方的信息不对称性等,使交易双方均面临较大风险。在合同签订前阶段,投标人为了中标可能利用自身拥有的信息优势谎报自己的成本估价,即出现所谓的“逆向选择”问题,另外,招标中还可能出现非法围标等行为,由此给业主方带来巨大的潜在风险;在合同签订后阶段,发包方面面临着“道德风险”,而承包方则面临实际成本高于投标价的风险。

(4)发包方对承包方能力要求的特殊性。发包方对承包方的能力要求通常包括对承包方技术、支付基本能力以及信用的要求。针对建设工程交易“先订货,后生产”的特点,发包方客观上有必要对承包方的技术、支付的基本能力以及信用提出要求,以保证在规定时间内能得到符合合同规定要求的工程产品。其中,技术能力包括完成工程所必需的技术条件、类似工程经验等方面;支付能力包括工程实施过程中的基本支付和抗风险的最大支付等方面;信用即承包人履行合同的诚信水平,是一种特殊的履行工程的能力。

(5)存在工程交易控制价问题。工程交易控制价包括最高控制价和最低控制价,其中,最高控制价的提出是为了遏止投标人的围标行为。围标在中国虽属违法行为,但在利益驱动下,围标现象时有发生。因此,招标人有必要设置一个最高控制价,以遏止不法投标人通过围标哄抬市场价格。最低控制价的提出是为了控制“低价中标,高价索赔”现象,防止合同签订后发包方面临过高的交易费用,以及相关的工程风险。

### 二、建设工程招标机制模型构建

#### (一)模型假设条件

根据建设工程交易的特点,招标人有必要在考虑交易费用和相关风险的前提下对建设工程招标机制进行合理设计。从机制设计的目标来看,可将其分为两类:一是最优机制设计,即机制设计的目标是最大化招标人或发包方的预期收益;二是效率机制设计,即设计者的目标不是某方收益最大化,而是社会的整体效率最优<sup>[13-14]</sup>。本文从招标人的视角出发设计招标最优机制,其目标可认为是最小化招标人或发包方的总成本。

为便于建立建设工程招标最优机制模型,针对建设工程交易特点,提出下列基本假设:(1)招标人和所有投标人都是风险中性者;(2)各投标人根据自身生

产力水平,独立提出投标报价;(3)招标人对投标人的支付仅是投标人报价的函数;(4)所有投标人的成本估价具有共同已知的概率分布,其密度函数非负。

(二)模型的建立

在建设工程交易中,一个可行、完善的招标机制除应具有明确的工程造价或总成本目标外,还必须充分考虑工程质量、工期等非价格类目标。事实上,工程造价、质量和工期等目标密切相关,并不独立。本研究仅讨论在工程质量和工期确定的条件下,发包方工程造价或总成本最小所对应的招标最优机制。

假设某建设工程招标,有  $n$  个参与竞争的投标人,每个投标人  $i(i = 1, 2, \dots, n)$  对完成规定范围内工程内容有一个自己的成本估价  $v_i$  (称为投标者的类型),  $v_i$  为私人信息且  $v_i \in [a, b]$ ,其他人不知道其具体取值,只知道所有投标人的成本估价在  $[a, b]$  上具有共同已知的概率分布  $F(\cdot)$ ,其密度函数  $f(\cdot) \geq 0$ 。设所有投标人成本估价支撑的乘积空间为  $V$ ,则  $V$  可表达为  $n$  个  $[a, b]$  的乘积。

根据机制设计理论中的显示原理,招标人在招标机制设计中只需考虑激励相容的直接显示机制,任何其他投标方式都可以有一个直接显示机制与之等价,在这些直接机制下,投标人如实报告自己的类型是一个弱占优的均衡投标策略<sup>[9,15]</sup>。因此,在激励相容的直接机制下,类型为  $v_i$  的投标人向招标人报价  $r_i$  时,其效用最大化的策略就是报告真实估价,即  $r_i = v_i$ 。

招标人采用招标方式选择承包人,其招标机制设

$$\text{Min}_{(p_i(v), e_i(v))} U_0(p, e) = \int_V \sum_{i=1}^n [e_i(v) + c(\theta, \eta_i) p_i(v)] f(v) dv \quad (2)$$

$$\text{s. t.} \begin{cases} U_i(p, e, v_i) = \int_{V_{-i}} [e_i(v) - v_i p_i(v)] f_{-i}(v) dv_{-i} \geq u_i, \forall i \in N, v_i \in [a, b] \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} U_i(p, e, v_i) \geq \bar{U}_i(p, e, \bar{v}_i) \equiv \int_{V_{-i}} [e_i(v_{-i}, \bar{v}_i) - v_i p_i(v_{-i}, \bar{v}_i)] f_{-i}(v) dv_{-i} \geq u_i, \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} \forall i \in N, v_i \in [a, b], \bar{v}_i \in [a, b] \\ \sum_{i=1}^n p_i(v) = 1, p_i(v) \geq 0, \forall i \in N \end{cases} \quad (5)$$

$$\eta_i \geq \eta_r, \forall i \in N \quad (6)$$

$$r_{li} < r_i < r_h, \forall i \in N \quad (7)$$

在上述招标最优机制模型中,式(2)为招标方招标机制设计的目标函数,表示招标方追求自身(期望)总成本最小。式(3) - 式(7)为5个约束条件,其中:

式(3)为参与约束,表示投标人  $i$  在招标人设计的机制下参与投标得到的期望收益  $U_i(p, e, v_i)$  不低于其外部机会提供的最大期望收益,即保留收益  $u_i$ ,式中  $N$  表示投标人的集合。

式(4)为激励相容约束,其能保证当其他投标人都真实报告自己的类型时,投标人  $i$  真实报告自己的

计的目标是使自身总成本最小。而招标人的总成本,可分为两部分来考虑,一部分是招标人对投标人的支付额,另一部分则是双方交易过程中招标可能面临的交易费用。设所有投标人提出的报价向量,即所有投标人的类型向量为  $v = (v_1, v_2, \dots, v_n) = (v_i, v_{-i})$ ,其中  $v_{-i} = (v_1, \dots, v_{i-1}, v_{i+1}, v_n)$  表示除投标人  $i$  外其他投标人所构成的类型向量,招标人据此设计一个直接招标机制  $(p_i(v), e_i(v))$ ,其代表一种分配规则,其中  $p_i(v)$  是配置规则,表示投标人  $i$  中标的概率,  $e_i(v)$  是支付规则,表示招标人对投标人  $i$  的规则支付额(此处并未假定不中标者不能获得收益)。假设招标人与投标人  $i$  交易过程中其可能面临的交易费用为  $c(\theta, \eta_i)$ ,其中,  $\theta$  表示与工程合同特点相关的参数,对同一合同为常量;  $\eta_i$  表示与投标人  $i$  的综合能力相关的参数,则招标人的(期望)总成本函数可表达为:

$$U_0(p, e) = \int_V \sum_{i=1}^n [e_i(v) + c(\theta, \eta_i) p_i(v)] f(v) dv \quad (1)$$

建设工程招标可视为一种逆向拍卖,故此处可借鉴 Myerson 的最优拍卖理论来设计建设工程招标机制。而根据显示原理,建设工程招标最优机制只需在直接机制中寻找。与拍卖机制类似,招标人设计的直接招标机制要满足参与约束、激励相容约束以及数量约束才是可行的,但由于建设工程交易的特点,建设工程招标机制必须满足承包人的能力、控制价等方面的约束条件。据此,建设工程招标最优机制模型可表达为:

类型比谎报其他的任何类型所获得的收益都要大,式中  $\bar{v}_i$  表示投标人  $i$  谎报的类型,  $\bar{U}_i(p, e, \bar{v}_i)$  表示其谎报自己的类型而获得的收益。

式(5)是数量约束,表示所有投标人中标的概率之和不能超过1。

式(6)为对投标人/潜在承包人的能力约束,表示投标人的技术、支付能力以及信用等方面满足招标方的总体要求,将这些非价格方面的因素归结为一个变量  $\eta$ ,称为能力参数,以反映投标人的综合能力,从而

使模型不至于太过复杂。式中  $\eta_i$  表示投标人  $i$  的能力参数,  $\eta_r$  表示规定的投标人能力参数必须达到的最低标准。

式(7)为控制价约束,表示投标人的报价必须在招标人设置的最低控制价和最高控制价的范围内,以控制因投标人非法围标等产生的哄抬价格行为,以及恶意低价等引起发包方面临过高交易费用的问题,式中  $r_i$  表示投标人  $i$  的报价,  $r_{li}$  和  $r_{hi}$  分别表示招标人设置的最低控制价(各投标人不同)和最高控制价。

建设工程招标最优机制设计的目标就是寻求上述模型的最优解,即在满足式(3) - 式(7)等5个约束条件下,式(2)的目标函数达到最小值。

### 三、建设工程招标机制模型的最优解分析

对式(2) - 式(7)的模型,总存在一个可行的招标机制  $(p^*, e^*)$ ,使得满足所有约束条件时招标人的总成本最小化,此时  $(p^*, e^*)$  即为最优机制。但是,直接用解析方法求解该模型困难很大,有必要根据实际招标程序先作适当简化。

与拍卖机制模型相比,式(6)和式(7)是建设工程招标机制模型所增加的约束,这两个约束条件影响因素较多,但它们与式(2) - 式(5)联系并不明显,相对独立。因此,可对式(6)和式(7)单独处理,这并不影响式(2) - 式(5)的求解。

对约束条件式(6)和式(7),两者也相对独立,讨论的先后顺序对求解结果也不会有影响,不妨先讨论约束条件式(6)的处理。

约束条件式(6)是对投标人能力的限制,那些不满足式(6)的投标人将被直接淘汰;同样式(7)是对投标人报价的限制,那些不满足式(7)的投标人也将被直接剔除。对式(6)和式(7)作上述处理后,招标机制模型得到了简化,投标人集发生了变化。假设剩余的投标人集合变为  $N'$  ( $N' \subseteq N$ ),集合  $N'$  内的总投标人数为  $n'$ ,则与原模型相比,简化模型中招标人对投标人的选择范围缩小了,即从  $N$  缩小为  $N'$ ,且简化模型只剩参与约束、激励相容约束以及数量约束等三个基本约束条件。这与 Myerson 的最优拍卖理论中的基准模型相类似,从而为模型的解析提供了基本思路。

消去式(6)和式(7)后,为进一步简化招标机制模型的优化,引入直接招标机制可行的充分必要条件,即对满足参与约束、激励相容约束以及数量约束等三个基本约束条件的直接招标机制的特征作更直观的阐述。

记  $Q_i(p, v_i) = \int_{v_{-i}} p_i(v) f_{-i}(v) dv_{-i}$ , 则  $Q_i(p, v_i)$  为给定  $v_i$  时,投标人  $i$  中标的条件概率。

借鉴 Myerson 等的最优拍卖理论<sup>[1,3]</sup>,以及文献

[4, 9]等的研究成果,可得直接招标机制可行的充分必要条件为:

(a)  $Q_i(p, v_i)$  是非增函数,即:当  $v_i \geq \bar{v}_i$  时,  $Q_i(p, v_i) \leq Q_i(p, \bar{v}_i)$ ,  $\forall i \in N'$ ,

$v_i \in [a, b], \bar{v}_i \in [a, b]$ ;

(b)  $U_i(p, e, v_i) = U_i(p, e, b) + \int_{v_i}^b Q_i(p, t_i) dt_i$ ,  $\forall i \in N', v_i \in [a, b]$

(c)  $U_i(p, e, b) \geq u_i, \forall i \in N'$

(d)  $\sum_{i=1}^{n'} p_i(v) = 1, p_i(v) \geq 0, \forall i \in N'$

上述(a) - (d)是对原模型中约束条件式(3) - 式(5)的直观阐述,即约束条件式(3) - 式(5)等价于(a) - (d)。根据显示原理,招标人的目标就是从具有上述(a) - (d)所描述的特征的直接招标机制中选择能使自身总成本最小的机制,即最优机制。利用式(3),招标人的总成本式(2)可转化为:

$$U_0(p, e) = \int_V \sum_{i=1}^{n'} [e_i(v) + c(\theta, \eta_i)(p_i(v))] f(v) dv = \sum_{i=1}^{n'} U_i(p, e, b) + \int_V \sum_{i=1}^{n'} [v_i + F_i(v_i)/f_i(v_i) + c(\theta, \eta_i)] (p_i(v) f(v)) dv \quad (8)$$

根据必要条件(b)有:

$$U_i(p, e, b_i) = U_i(p, e, v_i) - \int_{v_i}^{b_i} Q_i(p, t_i) dt_i = \int_{V_{-i}} [e_i(v) - v_i p_i(v) - \int_{v_i}^{b_i} p_i(v_{-i}, t_i) dt_i] f_{-i}(v) dv_{-i} \geq u_i$$

$$\text{令: } e_i(v) - v_i p_i(v) - \int_{v_i}^{b_i} p_i(v_{-i}, t_i) dt_i = 0, \text{ 此时在}$$

满足投标人参与约束的前提条件下,  $\sum_{i=1}^{n'} U_i(p, e, b_i)$

取到最小值  $\sum_{i=1}^{n'} u_i$ 。

进一步根据式(8),要使招标方的总成本式(1)最小化,需使:

$\int_V \sum_{i=1}^n [v_i + F_i(v_i)/f_i(v_i) + c(\theta, \eta_i)] (p_i(v) f(v)) dv$  最小,即  $v_i + F_i(v_i)/f_i(v_i) + c(\theta, \eta_i)$  最小。但在上文模型假设中已约定所有投标人成本估价具有共同已知的概率分布,即对各投标人  $i \in N'$ ,有  $F_i(\cdot) = F(\cdot)$ ,  $f_i(\cdot) = f(\cdot)$ ,故  $F_i(v_i)/f_i(v_i)$  为常量,所以只要  $v_i + c(\theta, \eta_i)$  达到最小,招标方的总成本就能达到最小。

综上所述,通过对约束条件的逐步简化,消去技术及支付约束和控制价约束,即消去式(6) - 式(7)之后,投标人由  $N$  个减小到  $N'$  个,由剩余的式(3) - 式(5)三个基本约束条件,经推导可得出这样的结论:招标最优机制应在  $N'$  个投标人中,选择  $v_i + c(\theta, \eta_i)$  值最小的投标人作为中标人,以实现招标人总成本最

小。换言之,本文所构建的招标机制模型在  $v_i + c(\theta, \eta_i)$  取到最小值时获得相应的最优解。令  $C(p, e) = v_i + c(\theta, \eta_i)$ , 则招标最优机制  $(p^*, e^*)$  满足下式:

$$C(p^*, e^*) = \underset{(p_i(v), e_i(v))}{\text{Min}} [v_i + c(\theta, \eta_i)] \quad (9)$$

但是,在实际招标中,满足所有约束条件的投标人人数是有限的,并不一定存在满足式(9)的潜在中标人,因此只需比较所有有效投标人各自对应的  $C(p, e)$  值,选择其中相对较优的投标人作为中标人。

#### 四、建设工程招标最优机制的应用

##### (一)应用程序

根据建设工程招标最优机制分析,选择中标人应按下列程序。

(1)用式(6)和式(7)对投标人进行筛选,即用技术及支付约束以及控制价约束对投标人进行筛选,不满足式(6)和式(7)者被淘汰,满足式(6)和式(7)者进入下一轮竞争。

(2)在经式(6)和式(7)筛选后的投标人中,用式(9)选择中标人,并将中标人的报价定为合同价。

##### (二)相关参数的确定

(1)投标人的能力参数  $\eta_i$  和  $\eta_r$  的确定。 $\eta_i$  反映了投标人技术、支付的基本能力以及信用水平,可采用综合评价方法确定; $\eta_r$  是针对建设工程技术复杂程度、工程规模和工程重要程度等特点而确定的标准值; $\eta_r$  和  $\eta_i$  应相匹配。

(2)最低控制价  $r_{li}$  和最高控制价  $r_{hi}$ 。

1)最低控制价  $r_{li}$ 。 $r_{li}$  一般认为是投标人  $i$  的成本价,显然不同投标人有相应不同的最低控制价。参考文献[6],投标人  $i$  的最低控制价  $r_{li}$  可用下列两式分析计算。

$$r_{li} = r_{\text{平}} \times (1 + k_i) \quad (10)$$

$$r_{\text{平}} = \text{招标概算价} \times (1 - \bar{\delta}) \quad (11)$$

式(10)和式(11)中,  $k_i$  为浮动幅度,可将投标人的生产率水平与社会平均生产率水平比较而得,当投标人  $i$  的成本比社会成本低时取负值; $\bar{\delta}$  为已招标工程的合同价低于招标设计概算价的比率的均值。

2)最高控制价  $r_{hi}$ 。可按下列公式计算<sup>[6]</sup>:

$$r_{hi} = \frac{v_0 + v_{\text{max}}}{2} \quad (12)$$

式(12)中,  $v_0$  为招标人对招标工程的估价; $v_{\text{max}}$  为所有投标人报价的最大值。

(3)投标人  $i$  中标时发包人可能面临的交易费用  $c(\theta, \eta_i)$ 。根据有限理性学说和交易费用理论,  $c(\theta, \eta_i)$  的存在需同时满足工程合同不完备和承包方存在机会主义行为两个条件。当工程合同完备时  $c(\theta, \eta_i) \rightarrow 0$ ; 当承包方不存在机会主义行为时,也有  $c(\theta, \eta_i)$

$\rightarrow 0$ 。可将  $c(\theta, \eta_i)$  简化为:

$$c(\theta, \eta_i) = c(\theta)c(\eta_i) \quad (13)$$

式(13)中,  $c(\theta)$  为与工程合同完备性相关的函数,不同工程函数值不同,同一工程函数值为常数,在  $0 \sim 1$  之间取值; $c(\eta_i)$  为与工程合同价,以及投标人  $i$  能力和信用相关的函数,可设  $c(\eta_i)$  与招标工程有效报价的均值成比例关系,即  $c(\eta_i) = \text{有效报价的均值} \times \xi_i$ , 其中,  $\xi_i$  为与投标人/潜在承包人  $i$  能力和信用相关的系数,在工程合同等方面的约束下,  $\xi_i$  存在最大值  $\xi_{\text{max}}$ 。如取  $\xi_{\text{max}} = 5\%$ , 则投标人  $i$  的  $\xi_i$  系数可取相对值,并有  $\xi_i < \xi_{\text{max}}$ <sup>[6]</sup>。

#### 五、结论

机制设计理论的发展和完善,为建设工程招标机制设计提供了一种全新的分析框架。本文从招标方的视角,以机制设计理论为指导,站在新的高度对建设工程招标最优机制设计问题做了进一步探索:构建了建设工程招标最优机制设计模型,并提出了该模型下招标最优机制实施的可操作性程序。

在模型构建过程中,本文试图更客观、全面地反映建设工程招标的实际目标和约束条件。针对建设工程交易的特点,本文除考虑参与约束、激励相容约束等基本约束外,新增加了能力约束和报价约束,并将其纳入同一个框架模型中,使整个招标机制更为完善,因而模型的有效性和实用性也将更强。此外,与现有研究成果相比,本研究成果具有更强的理论支撑,为建设工程招标最优机制设计提供了一个一般性的分析框架。

本文所及相关参数的确定方法还有待深入研究。

#### 参考文献:

- [1] MYERSON R B. Optimal auction design[J]. Mathematics of Operation Research, 1982(6): 58-73.
- [2] HARRIS M, RAVIV A. Allocation mechanisms and the design of auction [J]. Econometric, 1981, 49: 697-705.
- [3] RILEY J G, SAMUELSON W F. Optimal auction [J]. American Economic Review, 1981, 71(3): 381-392.
- [4] 李建章. 交易成本与土木工程施工合同招投标的最优机制设计[J]. 重庆交通学院学报, 2005, 24(5): 119-122.
- [5] 邢会歌, 王卓甫, 尹红莲. 考虑交易费用的工程招标机制设计[J]. 建筑经济, 2008(8): 87-89.
- [6] 王卓甫, 杨高升, 邢会歌. 建设工程招标模型与评标机制设计[J]. 土木工程学报, 2010, 43(8): 140-145.
- [7] 郑边江. 建设工程最优招标机制的设计[J]. 科技进步与对策, 2008, 25(10): 53-56.
- [8] 向为民. 价值工程(VE)在工程招标评标中的应用[J]. 重

- 庆大学学报:自然科学版, 2004, (6): 148 - 150.
- [9] 殷红. 多物品拍卖机制设计理论与方法[M]. 上海: 学林出版社, 2009.
- [10] 黄河, 陈剑. 政府采购组合拍卖机制[J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 2006(6): 140 - 143.
- [11] 李丽. 基于复杂多项目的项目组合招标机制设计研究[J]. 知识经济, 2010(10): 106 - 107.
- [12] 张怡, 史峰. 建设工程组合招标机制设计模型研究[J]. 人民长江, 2011, 42(23): 102 - 106.
- [13] MYERSON R B, SATTERTHWAITTE M A. Efficient mechanisms for bilateral trading [J]. *Journal of Economic Theory*, 1983, 28: 265 - 281.
- [14] MILGROM P. 拍卖理论与实务[M]. 杜黎, 胡齐英, 译. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [15] 陈小新. 项目管理的经济学分析[M]. 北京: 中国经济出版社, 2006.

## Optimal Mechanism Design for Construction Project Bidding Based on Mechanism Design Theory

WANG Zhuofu<sup>1</sup>, DING Jiyong<sup>1,2</sup>, ZHOU Jianchun<sup>1</sup>, ZHANG Yi<sup>1</sup>

(1. Hohai University, Nanjing 210098, P. R. China; 2. Pennsylvania State University, State College, PA 16802, USA)

**Abstract:** Based on analysis of the characteristics of construction project transaction, this paper constructs a construction project bidding model by using mechanism design theory, with the minimum total cost of the tenderee as objective function, while participation constraint, incentive compatibility constraint, technical ability, and control price etc. as constraints. According to the characteristics of construction project transaction, this paper then analyzes the model with the help of Myerson's optimal auction theory, and puts forward the corresponding simplified model. Finally, according to the construction and analysis process, this paper proposes the application steps of the optimal bidding mechanism, and discusses the calculation method of the related parameters. The research results provide a general framework for the mechanism design of construction project bidding, while the detailed design still needs further study.

**Key words:** construction project; bidding; mechanism design

(责任编辑 傅旭东)