

基于序贯博弈的设计施工总承包项目风险分担研究

丁夏淑

(湖南省交通运输厅 交通建设造价管理站, 湖南 长沙 410117)

摘要: 设计施工总承包项目的风险分担是否合理决定项目的成败。建设业主往往凭借合同关系中的优势地位尽可能将风险转移给承包人, 为保证合同双方风险分担公平合理, 行业主管部门制定了项目风险分担的一般规则, 但建设业主仍经常利用合同谈判的方式向总承包商转移风险。文中通过建立不完全信息序贯博弈模型对合同谈判过程中的风险分担进行研究, 发现建设业主在不完全信息的条件下主要基于自身风险管理能力和贴现系数的考虑提出风险分担方案, 会降低谈判效率, 部分风险管理能力弱的承包人甚至没有机会达成协议。为达成公平合理的协议, 提高双方的收益, 行业管理部门应制定规范的标准招标文件和设计施工总承包管理办法, 确立建设业主承担的最低风险; 建设业主可通过设立更详细的招标文件条款来提升双方的共同信息, 减少合同双方的不完全信息, 在合同中增加风险动态调整条款, 从而提高谈判效率和合同质量。

关键词: 工程管理; 公路; 设计施工总承包; 风险分担; 序贯博弈

中图分类号: U415.11

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2020)06-0166-05

1 设计施工总承包项目风险管理现状

公路建设中越来越普遍应用设计施工总承包模式。交通运输部在 2015 年发布《公路工程设计施工总承包管理办法》, 鼓励具备条件的公路工程项目实行总承包。总承包可实行项目整体总承包, 也可分路段实行总承包, 或者对交通机电、房建及绿化工程等实行专业总承包。设计施工总承包一般采用总价合同, 除应由建设业主承担的风险费外, 合同总价一般不予调整。相比一般项目, 总承包商承担的风险明显加大, 不仅承担了大部分政治风险, 还承担了几乎所有经济风险、技术风险、管理风险。目前针对设计施工总承包项目风险的研究大部分聚焦于总承包商如何进行风险管理, 如杨宝臣等应用集成化管理思想构建了 EPC 项目综合集成风险管理系统, 实现了 EPC 项目时间阶段与风险管理过程的集成, 确保总承包商在项目全过程中持续性、多角度、动态化地进行风险管理; 赵政等基于模糊 ISM 方法构建 EPC 总承包项目风险网络模型, 对风险因素之间的相互影响关系强度进行刻画和分类, 构建了 EPC 总承包项目风险网络, 特别强调加强合同风险管理; 向鹏成等通过对波兰 A2 高速公路项目失败的原因分析, 指出要确保项目成功, 承包商必须建立良好的风险管理机制, 并随着市场的变化及时发现风险因素, 调整风险防范对策; 纪新伟等通过对老挝赛德 2 水电

站项目建设全过程风险管理的分析, 强调风险识别是风险管理的前提、风险分析和应对是风险管理的关键、风险监控是风险管理的保障。

总承包商为保证建设项目的顺利实施, 除要科学高效地管理自身承担的风险外, 还要与建设业主谈判风险的合理分配, 如果总承包商承担的风险与合同价格不匹配或超出自身管理能力, 总承包商的风险必然外溢, 进而影响整个项目建设。张水波等探讨了工程风险在合同双方之间分担的基本原则, 认为风险划分必须依赖合同的具体特点及合同双方对承担风险的态度。尹贻林等梳理了影响风险分担的因素, 构建了风险分担影响因素的递阶结构模型, 揭示了风险分担影响因素之间的作用机理。杜亚林等通过实证研究发现合理的风险分担对工程项目绩效有显著影响, 且风险分担是一项具有继承性的动态过程。柯洪等从承包商视角研究了风险动态分担, 由于合同双方中业主具有天然优势, 往往会通过合同谈判以专用条款的形式将大量风险分配给承包人, 一旦分配给承包人的风险超出其承担能力, 就会造成大量合同争端, 影响项目的顺利实施。

综上, 总承包商承担了设计施工总承包项目中的大部分风险, 如果业主再通过优势地位向其转移风险, 必然会影响项目的顺利实施。该文通过建立基于序贯谈判的讨价还价模型, 研究公路项目设计施工总承包项目建设业主与总承包商合同谈判对风

险分担的影响,对影响风险分担的主要因素进行分析,提出合同双方公平分担风险的建议。

2 设计施工总承包的风险分担

根据目前的法律法规,公路建设项目采用设计施工总承包模式的前提是初步设计文件获得批准和建设资金已经落实。由此可知,公路设计施工总承

包最多只包括施工图设计,总承包人只应对施工图设计阶段的设计风险负责。由于总承包商在设计施工总承包项目中处于弱势地位,各级政府通过列举业主应承担的风险限制业主分担给总承包商的风险总量。交通运输部、湖南省交通运输厅、广东省中山市交通运输局的相关文件对设计施工总承包建设业主承担的风险进行了归纳分析(见表 1)。

表 1 建设业主承担的风险

风险类型	风险分担的内容
政策风险	因国家税收等政策调整引起的税费变化
价格风险	钢材、水泥、沥青、燃油等主要工程材料价格与招标时基价相比,波动幅度超过合同约定幅度的部分
设计变更	1) 项目法人提出的工期调整、重大或较大设计变更、建设标准或工程规模调整。2) 施工图勘察设计时发现在初步设计阶段难以预见的滑坡、泥石流、突泥、涌水、溶洞、采空区、有毒气体等重大地质变化,其损失与处治费用可约定由项目法人承担或约定项目法人和总承包单位的分担比例。3) 工程实施中出现重大地质变化时,其损失与处治费用除保险公司赔付外,可约定由总承包单位承担或约定项目法人与总承包单位的分担比例。4) 因总承包单位施工组织、措施不当造成的上述问题,其损失与处治费用由总承包单位承担
不可抗力	其他不可抗力造成的工程费用增加

由表 1 可知:建设业主承担了部分政策风险、价格风险、设计风险和全部的不可抗力风险、自身提出的设计变更风险;未列入建设业主承担的风险,由总承包商承担。与传统模式相比,建设业主承担的风险明显减少,而承包商承担的风险显著增加。在此基础上,建设业主出于对损失的厌恶态度和习惯性的防御行为,倾向于通过合同将风险转移给承包商,如建设单位的招标文件仅达到初步设计的程度,承包商难以明确工作范围和核实所有影响报价的因素,只能根据自己的理解对招标文件作出判断,并对错误理解的后果承担责任。波兰 A2 高速公路项目中,中海外联合体就遭遇了这样的问题,在急于获得项目的紧迫心理下,没有准确理解招标文件,在之后的合同谈判中也没有严谨对待,签订总承包合同后不仅承担了建设过程中的绝大部分风险,还承担了业主过失风险。业主不承担合同文件中存在错误、遗漏或不一致的风险,合同价格并不因为不可预见的困难和费用而调整。在这种情况下,承包人除加强项目风险管理外,全面理解招标文件,准确判断风险,并在合同谈判时争取合理的风险分担对于项目实施非常重要。

建设业主与总承包商签订合同后,双方就建设项目的根本利益是一致的,都是争取建设项目在合同框架内顺利完工,项目失败对建设业主和总承包商都会造成损失。合同双方风险分担不合理,利益

受损的一方总会通过变更、索赔等争取补偿,甚至会通过仲裁、诉讼等方式维护利益,极端情况下,承担不合理风险的一方终止项目比继续项目的损失更小。目前针对工程项目风险分担,普遍认为应遵循如下原则:1) 公平原则。最重要的就是风险与收益必须对等,合同主体应享受均衡的权利和义务,合同主体承担的相应风险都应合理定价。2) 有效控制原则。合同风险应分配给最有能力控制风险的一方,其能最有效降低风险造成的损失。3) 风险上限原则。合同方承担的风险都不能超出其控制能力,否则将影响风险承担者履约的积极性。4) 动态管理原则。由于工程建设合同的不完备性和建设项目的复杂性,部分风险难以预计,应根据实际情况对风险分担进行调整。

公路总承包项目一般采用总价合同,除应由项目业主承担的风险费用外,总承包合同价一般不予调整,如果合同风险分担不合理,将会严重影响合同履行。建设单位基于动机公平的合理风险分担方案可提高对承包人的激励效用,有利于承发包双方合作效率提升,激励承包人采取角色内行为,履行其应尽的合同义务。如何制订合理风险分担方案,仅通过建设单位处于公平的动机仍然不够,必须通过合同双方深入谈判后达成均衡的风险分担方案,在合同履行过程中才能被有效执行,并且合理风险分担方案应建立在遵循规范的合同条款设计原则,执行

承、发包双方普遍认同的风险分担方案的基础上。

3 序贯谈判讨价还价博弈

合同谈判是典型的讨价还价过程。讨价还价理论是博弈论中最具现实指导意义的理论,最初由著名博弈论专家鲁宾斯坦在1982年提出,经过几十年的发展,该理论被广泛用于描述和解释社会中行为主体之间的合作与冲突。

构造一个两回合不完全信息序贯谈判讨价还价博弈模型。在第一回合,建设业主向总承包商提出一项合同风险分担方案,即双方分别承担合同项目的风险内容和比例。总承包商可以接受或拒绝,若总承包商接受这个出价,则谈判结束,建设业主获得收益 π_{t1} ,总承包商获得收益 π_{s1} ;若总承包商拒绝,则进入第二回合。建设业主对第一回合的情况进行分析,在第二回合提出另一个风险分担方案。如果总承包商接受,则建设业主获得收益 $\delta\pi_{t2}$,总承包商获得收益 $\delta\pi_{s2}$;如果总承包商拒绝,则双方的收益都为零。双方在谈判中达成的协议就是讨价还价博弈的一个纳什均衡,根据博弈论理论,建设业主与总承包商都不愿单独背弃协议。因此,通过公平的谈判达成的协议可有效提高合同的履行效率。

设计施工总承包项目合同谈判中,建设业主一般总是出价者,享有先发优势。此外,谈判双方的折现因子、风险态度、谈判实力及所掌握的信息都会对均衡解有重要影响。实际上,通过公平的合同谈判这种互动过程也有助于双方信任关系的建立,双方之间的信任互动很可能是连接双方风险分担与承包人行行为之间的关键。

3.1 博弈模型的基本假设

(1) 假设博弈的2个参与人分别为建设业主T和总承包商S,双方就设计施工总承包合同的风险分担内容和比例进行谈判,其中可以一般性地假设建设业主合计分担的风险内容和比例占项目总风险的比例为 k ($0 < k < 1$),则总承包商合计分担的风险内容和比例占项目总风险的比例为 $1-k$ 。

(2) 假设双方都是理性的博弈参与者,在掌握相关信息的前提下,可以合理推断行为,且总承包商对于风险更敏感,双方的类型都为风险中性。建设业主的风险管理能力为 a ,总承包商的风险管理能力为 b ,其中建设业主的风险管理能力 a 为双方的共同知识,总承包商的风险管理能力 b 服从 $[0,1]$ 的均匀分布。建设业主的策略空间为 S_t ,总承包商的

策略空间为 S_s ,可以不失一般地假设建设业主的收益函数为 $\pi_t(S) = 3(a-k)$,总承包商的收益函数为 $\pi_s(S) = 5(b-1+k)$,双方的收益函数都只与自身风险管理能力和风险分担比例相关。

(3) 因双方谈判地位并不对等,建设业主具有优势地位,采用建设业主出价的方式进行谈判。建设业主第一回合出价后,总承包商可接受也可拒绝,若该阶段的出价被拒绝即进入第二回合,建设业主再次出价,若最后未能达成协议,则双方收益为零。

(4) 假设建设业主的贴现系数为 δ_t ,总承包商的贴现系数为 δ_s , $0 < \delta_s \leq \delta_t < 1$ 。贴现系数 $\delta_t = 1/(1+r_t)$, $\delta_s = 1/(1+r_s)$, $0 < r_t < r_s$, r_t, r_s 主要包括双方在谈判中的交易成本、承担的心理压力等。为简化分析,在不影响结论一般性的情况下,假设 $\delta_s = \delta_t = \delta$ 。

3.2 不对称信息谈判模型

建设业主与总承包商在合同谈判中一般不会具有完全信息,建设业主仅由投标文件所附载的信息还不足以完全了解和判断总承包商的风险管理能力。假设总承包商的风险管理能力 b 服从 $[0,1]$ 的均匀分布,建设业主在合同谈判时并不知道总承包商的风险管理能力具体是多少,但知道总承包商的收益函数为 $\pi_s(S) = 5(b-1+k)$ 。设建设业主第一回合对总承包商风险管理能力的推断为 $\mu_1(b)$,用 $\mu_2(b|k_1)$ 表示建设业主第一回合提议被拒绝后对中标人风险管理能力的推断。

3.2.1 单回合不完全信息博弈

合同谈判只有一个回合时,总承包商或接受建设业主提出的方案或拒绝,双方的收益都为零。建设业主不知道总承包商的风险管理能力具体是多少,但推测总承包商的风险管理能力服从 $[0, b_1]$ 的均匀分布,其中 $0 < b_1 \leq 1$ 。建设业主承担的风险为 k 时,总承包商的最优选择很简单, $b > 1-k$ 时选择接受,否则选择拒绝。建设业主的最优选择应满足下式:

$$\max_k 3(a-k) \times P_{\text{rob}}(\text{总承包商接受}) - 0 \times P_{\text{rob}}(\text{总承包商拒绝}) \quad (1)$$

式(1)中, $P_{\text{rob}}(\text{总承包商接受}) = (b_1 - 1 + k)/b_1$, $P_{\text{rob}}(\text{总承包商拒绝}) = (1-k)/b_1$ 。在 k 的有效取值范围即 $0 \leq k \leq b_1$ 时,式(1)可转化为:

$$\max_k 3(a-k) \times \frac{b_1 - 1 + k}{b_1} \quad (2)$$

对式(2)求导,可求得满足式(1)的建设业主承

担的最优风险比例:

$$k^*(b_1) = \frac{1+a-b_1}{2} \quad (3)$$

3.2.2 两回合不完全信息博弈

谈判有两个回合时,对于任意的风险分担比例 k_1 和 k_2 ,如果建设业主第一回合提出的风险分担比例为 k_1 ,且总承包商希望建设业主第二回合提出的风险分担比例为 k_2 ,其中 $k_2 > k_1$,满足式(4)中的条件时,所有风险管理能力足够强的总承包商会接受 k_1 ,而其他情况会拒绝 k_1 。总承包商接受 k_1 的可得收益为 $5(b-1+k_1)$,拒绝 k_1 接受 k_2 的可得收益为 $\delta 5(b-1+k_2)$,两个提议都拒绝的收益为零。在式(5)的条件下,与 k_2 相比,总承包商更偏好于 k_1 ,同时当 $b > 1-k_1$ 时,和两次拒绝建设业主的提议相比,总承包商更偏好接受 k_1 。也就是说,对于任意的 k_1 和 k_2 ,总承包商的风险管理能力 $b > \max[1+(\delta k_2 - k_1)/(1-\delta), 1-k_1]$ 时,总承包商将接受 k_1 ;总承包商的风险管理能力 $b < \max[1+(\delta k_2 - k_1)/(1-\delta), 1-k_1]$ 时,总承包商将拒绝 k_1 ,这里的 k_2 是 k_1 的函数,即 $k_2(k_1)$;总承包商的风险管理能力 $b = \max[1+(\delta k_2 - k_1)/(1-\delta), 1-k_1]$ 时,总承包商接受 k_1 是双方的均衡选择。

$$5(b-1+k_1) > \delta 5(b-1+k_2) \quad (4)$$

$$b > 1 + \frac{\delta k_2 - k_1}{1-\delta} = b^*(k_1, k_2) \quad (5)$$

在第一回合博弈结束后,可推导当建设业主第一回合的提议被拒绝后,对总承包商风险管理能力的推断为 $\mu_2(b|k_1)$ 。由于在不完全信息动态博弈中,参与者的战略必须满足序贯理性的要求,即对于给定的参与者在信息集中的推断和其他参与者随后的战略,该信息集中应该行动的参与者的战略(及参与者随后的战略)应是最优反应。对处于均衡路径之外的信息集,推断由贝叶斯法则及参与者的均衡战略确定,因此建设业主在总承包商拒绝 k_1 后,对总承包商风险管理能力正确的推断应为服从 $[0, b(k_1)]$ 的均匀分布。这里的 $b(k_1)$ 为总承包商接受 k_1 与拒绝 k_1 但接受建设业主第二回合最优出价 $k^*(b_1) = (1+a-b_1)/2$ 无差异时的值, $b(k_1) = \max[1+(\delta k_2 - k_1)/(1-\delta), 1-k_1]$ 。由于 $1+(\delta k_2 - k_1)/(1-\delta) - 1 + k_1 = [\delta(k_2 - k_1)]/(1-\delta) > 0$,有:

$$b(k_1) = 1 + \frac{\delta k_2 - k_1}{1-\delta} \quad (6)$$

将建设业主第二回合的最优出价 $k^*(b_1) = (1+a-b_1)/2$ 代入式(6),得:

$$b(k_1) = \frac{2(1-k_1) - \delta(1-a)}{2-\delta} \quad (7)$$

$$k_2(k_1) = \frac{a(1-\delta) + k_1}{2-\delta} \quad (8)$$

此时已将不完全信息两阶段动态博弈转化为建设业主的一个单期最优化问题:给定建设业主第一回合的风险分摊比例 k_1 ,已明确了总承包商第一回合的最优反应及建设业主进入第二回合的推断和最优风险分摊比例,求总承包商第二回合的最优反应。那么,建设业主选择的第一期风险比例应满足:

$$\begin{aligned} & \max_k 3(a-k_1) \times P_{\text{rob}}(\text{总承包商接受 } k_1) + \\ & \delta 3(a-k_2(k_1)) \times P_{\text{rob}}(\text{总承包商拒绝 } \\ & k_1, \text{接受 } k_2) - 0 \times P_{\text{rob}}(\text{总承包商拒绝 } k_1, \\ & \text{并拒绝 } k_2) \end{aligned} \quad (9)$$

式(9)中, $P_{\text{rob}}(\text{总承包商接受 } k_1)$ 并非指 $b > 1-k_1$,而是指 $b > [2(1-k_1) - \delta(1-a)]/(2-\delta)$,由于 b 服从 $[0, 1]$ 的均匀分布,可得:

$$P_{\text{rob}}(\text{总承包商接受 } k_1) = \frac{2k_1 - a\delta}{2-\delta} \quad (10)$$

第二回合谈判时,建设业主对总承包商风险管理能力的推断为服从 $[0, b(k_1)]$ 的均匀分布,得:

$$\begin{aligned} & P_{\text{rob}}(\text{总承包商拒绝 } k_1, \text{接受 } k_2) = \\ & \frac{2+2a\delta-a-\delta-3k_1}{2-\delta} \end{aligned} \quad (11)$$

将式(10)和式(11)代入式(9),对式(9)求导并令其等于零,可求得使式(9)最大值的解为:

$$k_1 = \frac{6-6a+10a\delta+a\delta^2-3\delta}{10+4\delta} \quad (12)$$

将式(12)分别代入式(7)、式(8),可求得:

$$b(k_1) = \frac{4+6a+2\delta-5a\delta-2\delta^2+a\delta^2}{10-\delta-2\delta^2} \quad (13)$$

$$k_2(k_1) = \frac{6+4a+4a\delta-3a\delta^2-3\delta}{20-2\delta-4\delta^2} \quad (14)$$

在目前的建设体系中,建设业主与总承包商的地位并不对等,建设业主占有优势地位,通过对合同谈判的序贯博弈过程和博弈均衡解的分析,发现在不完全信息条件下,建设业主利用合同谈判进一步加强了自身优势地位。由于存在不完全信息,导致出现以下问题:

(1) 不完全信息的合同谈判可能会导致无效率,部分风险管理能力较强但未足够强,风险管理能力处于 $[1-k_1, 1+(\delta k_2 - k_1)/(1-\delta)]$ 的总承包商

可能会延期达成协议,由于存在贴现,降低了双方的收益,因而缺乏效率。同时,风险管理能力弱的总承包商甚至没有机会达成协议,尽管达成协议可能对双方更好。

(2) 在不完全信息条件下,双方的收益严重依赖于建设业主的自身素质和对自身能力的认识,包括风险管理能力和贴现系数,建设业主提出的风险分担比例不会考虑总承包商的情况,会加剧合同双方地位的不平等。

(3) 总承包商为了获得合同,有时不得不冒险承担超出自身风险管理能力的风险,一旦项目建设中出现超出自身控制能力的风险事件,会对整个项目造成损失。

因此,总承包商提高项目收益率的最好方法是提高自身风险管理能力,这也是目前针对设计施工总承包项目的研究都集中于总承包商如何提高风险管理能力的原因之一。增加双方的共同信息是提升效率的一种方法,可通过制定规范的招标文件和设置更详细的招标文件条款来减少双方的不完全信息,从而提高谈判效率和合同质量。

4 结论

通过对目前设计施工总承包项目风险分担情况的梳理,对合同谈判过程建立序贯博弈模型进行分析,从博弈论均衡解的角度对目前风险分担中存在的问题作出解释。为促进合同双方公平地分担风险,提升项目建设效率和双方收益,建议从如下方面进一步规范和加强设计施工总承包项目管理:

(1) 政府主管部门进一步主动作为,制定相应的设计施工总承包管理办法,明确建设业主应承担的风险,从制度上确定建设业主应承担的最低风险。

(2) 通过合法的方式促进合同双方的信息交流,提升共同信息,减少不完全信息。政府行业主管部门应制定规范的标准招标文件,建设业主在招标时应设立尽可能详细的信息披露项目,全面了解总承包商的能力,从而提高谈判效率。

(3) 为避免总承包商承担超出自身能力的风险,合同条款中应包含风险动态调整条款,同时在项目建设过程中,建设业主与总承包商不断加深了解和进一步理解项目风险,在建设过程中动态调整风险分担。

(4) 为提升项目建设效率,建设业主牺牲一小部分利益加强双方的信赖关系,建立平等协商的合

同关系,激励总承包商提升生产效率。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国交通运输部.公路工程设计施工总承包管理办法:中华人民共和国交通运输部令 2015 年第 10 号 [A].北京:中华人民共和国交通运输部,2015.
- [2] 闫文周,刘振超.基于本体的 EPC 总承包项目风险控制[J].施工技术,2016,45(6):118-121.
- [3] 杨宝臣,陈跃.EPC 总承包项目综合集成风险管理[J].工业工程,2016,14(5):52-57.
- [4] 赵政,张敏,郑丽娟.基于 ISM 模型的 EPC 项目风险网络分析[J].会计之友,2019(20):147-152.
- [5] 向鹏成,牛晓晔.国际工程总承包项目失败成因及启示[J].国际经济合作,2012(5):24-29.
- [6] 纪新伟,刘建哲,李付栋,等.境外工程项目的全过程风险管理[J].国际经济合作,2013(8):77-81.
- [7] 张水波,何伯森.工程项目合同双方风险分担问题的探讨[J].天津大学学报(社会科学版),2003,5(3):257-261.
- [8] 尹贻林,赵华,严玲.工程项目风险分担影响因素层次结构及作用机理研究[J].统计与决策,2013(8):175-178.
- [9] 杜亚林,胡雯哲,尹贻林.风险分担对工程项目管理绩效的实证研究[J].管理评论,2014,26(10):46-55.
- [10] 柯洪,鲁宝智,宋振华.承包商视角下业主风险再分配的实证研究[J].武汉理工大学学报(社会科学版),2013,26(2):169-174.
- [11] 湖南省交通运输厅.湖南省公路工程设计施工总承包管理办法(试行):湘交基建[2014]336 号[A].长沙:湖南省交通运输厅,2014.
- [12] 中山市交通运输局.中山市公路工程设计施工总承包招标投标管理办法(试行)[A].中山:中山市交通运输局,2017.
- [13] 吕学文,徐青杨,杨倩.国际工程承包中的隐性风险转移方式分析[J].国际经济合作,2007(10):54-57.
- [14] 张曾莲,郝佳赫.PPP 项目风险分担方法研究[J].价格理论与实践,2017(1):137-140.
- [15] 王雪青,许树生,徐志超.项目组织中发包人风险分担对承包人行行为的影响:承包人信任与被信任感的并行中介作用[J].管理评论,2017,29(5):131-142.
- [16] 罗伯特.吉本斯.博弈论基础[M].北京:中国社会科学出版社,2011:1-38.
- [17] 覃家琦.契约安排、谈判过程与讨价还价[J].当代财经,2004(5):12-18.