

# 不确定条件下的 IT外包时机选择问题研究

张宗明, 刘树林, 解慧慧, 廖貅武  
西安交通大学 管理学院, 西安 710049

**摘要:** IT外包的业务环境、技术环境和需求的不确定性往往会引起IT服务成本的不确定性。针对IT服务成本的不确定性和IT外包投资的不可逆性,运用传统净现值方法和实物期权方法比较固定价格合同、成本加成定价合同和收益共享合同3种常见合同的外包临界值,分析3种合同下客户企业的等待价值,并讨论客户企业推迟外包情形时的等待时间。研究结果表明,实物期权方法得出的外包临界值高于净现值方法得出的外包临界值;等待价值随无风险利率的增大而减小,随漂移率、变动率的增大而增大;当漂移率与变动率平方的比值大于二分之一时,客户企业选择外包的期望等待时间受无风险利率、漂移率和变动率的影响,其他情形下客户企业的期望等待时间不受无风险利率、漂移率和变动率的影响。研究结论为不确定条件下客户企业外包与否和外包时机的选择提供理论支持和实践指导。

**关键词:** IT外包;合同;实物期权;等待价值

**中图分类号:** F272.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-0334(2012)02-0087-11

## 1 引言

IT外包指客户企业以合同方式委托信息技术服务商向其提供部分或者全部信息功能<sup>[1]</sup>。随着信息技术的发展和全球化分工的深入,IT外包成为企业降低成本、改善信息系统质量、获取新技术能力和优化核心竞争力的重要战略选择<sup>[2-4]</sup>。然而,IT外包在为企业提供机遇的同时,伴随着IT投资不可逆性和IT服务成本不确定性的风险。客户企业将IT服务由内制模式转换为外包模式时将会产生较高的转换成本,包括搜寻服务商、与服务商谈判的成本及随后调整合同的成本等,若外包项目失败,这种转换成本不可回收<sup>[5]</sup>。IT外包的业务环境、技术环境和需求的不确定性往往会引起IT服务成本的不确定性<sup>[6-8]</sup>,业务环境的不确定性,如IT市场的波动性、服务商的数量和竞争程度的变化,对IT服务成本具有一定的影响;IT服务中规模效益的存在,使IT需求的变动影响了IT服务成本的变化;所用技术的过时与否和信息系统技能市场的动态变化,对IT服务

成本有直接的影响。针对IT外包的不确定性和IT外包投资的不可逆性,实物期权方法提供了一种分析策略,Dixit等<sup>[9]</sup>认为,实物期权方法能够分析以下假设条件下的最优投资决策问题,①投资是不可逆的,②存在不确定性,③投资柔性。IT外包决策不仅具备投资不可逆性和不确定性的特点,客户为获得更多有利信息可以推迟外包投资,即具备投资柔性的特点,并且推迟投资不会额外增加投资成本或丧失投资机会。鉴于此,本研究采用实物期权方法研究IT外包中的投资决策问题,并与传统的净现值投资决策方法进行比较。

## 2 相关研究评述

实物期权理论是金融工程的最新进展,已广泛应用于自然资源投资、房地产开发、技术更新和软件开发等众多领域,这些领域的投资活动均有一个共同的特点,即具有不可逆性和时机选择性。一方面,投资活动投入的成本绝大部分是不可回收的,投资是

收稿日期:2011-05-10 修返日期:2011-07-03

基金项目:国家自然科学基金(70890081)

作者简介:张宗明(1983-),男,江苏徐州人,西安交通大学管理学院博士研究生,研究方向:IT服务外包和契约理论等。

E-mail:zhang.zongming@stu.xjtu.edu.cn

不可逆的,属于沉没成本;另一方面,投资涉及到时机选择的问题,提前或者推迟投资的决策都是投资所涉及到的风险与获取到的利益之间的权衡。Pindyck<sup>[10]</sup>应用实物期权理论研究需求和储量两种不确定性因素对价格和矿产资源最优开采水平的影响;Morck等<sup>[11]</sup>考虑价格、存量两个随机变量对森林资源的最优更新时间进行分析;Taudes等<sup>[12]</sup>运用实物期权模型研究企业ERP软件系统的升级问题,证实运用实物期权方法对不确定性较高的软件系统投资项目进行评价具有科学性和实用价值;Capozza等<sup>[13]</sup>将土地开发作为一种实物期权,研究土地开发决策对利率变化的反应;Wu等<sup>[14]</sup>基于实物期权理论,从ERP实施管理的角度来管理ERP的风险,缓解了环境的不确定性带来的影响;朱磊等<sup>[15]</sup>针对矿产资源投资周期长、数额大、不确定性高的特点,运用实物期权建立矿产资源的最优投资决策模型;程兵等<sup>[16]</sup>针对技术进步的不确定性和不可逆性将公司的技术更新机会视为一种期权,探讨模型的资产定价含义并进行敏感性分析;邢小强等<sup>[17]</sup>基于高新技术企业的实际调研,从实物期权视角检验不同类型不确定性对企业新技术投资决策的影响;蔡晓钰等<sup>[18]</sup>在租金价格和房地产价格均为随机分布的条件下,对投资者租售转换的投资决策问题进行建模,明确了投资决策中应当考虑的期权价值,得出最优停止决策的阈值;陈涛等<sup>[19]</sup>提出集成风险管理的软件项目开发过程模型,并运用实物期权理论框架解释和证明该过程模型的优势。

相对于在自然资源投资、房地产开发、技术更新等领域的广泛应用,实物期权理论在服务外包领域的研究相对较少。Jiang等<sup>[20]</sup>运用实物期权方法从服务供应商视角对外包时间选择进行分析,分别研究考虑和不考虑收益变动情形下外包临界值的变化情况以及收益的波动率和变动率对合同时间选择的影响;Jiang等<sup>[21]</sup>从服务供应商视角运用实物期权方法对服务供应商的等待价值进行分析,给出服务供应商的最低出价和最高成本,有效地缓解了服务供应商处于“赢家的诅咒”困境的情形;Olson等<sup>[22]</sup>设计两阶段服务提供商选择模型,将实物期权理论的应用扩展到IT外包风险管理领域;Yao等<sup>[23]</sup>运用实物期权方法从客户企业的角度对外包的价值进行分析,研究影响外包价值的因素,并对波动率、市场竞争程度对外包时间的影响进行分析;Jiang等<sup>[24]</sup>运用实物期权理论,通过采用灵活的价格合同和收益共享合同两种方法来打破外包中“赢家的诅咒”,指出相对于收益共享合同来说,灵活的价格合同能够更加有效地降低“赢家的诅咒”的发生。

虽然实物期权已有诸多研究成果,但在服务外包领域的探索相对较少,而且有一些问题尚需进一步研究。首先,现有研究多从服务供应商角度进行研究,很少从客户企业的角度考虑IT服务成本的变化和IT服务成本的不确定性;其次,Yao等<sup>[23]</sup>虽然从客户企业角度进行分析,但是没有对传统的净现值方

法与实物期权方法两种投资决策方法进行比较研究,没有考虑不同合同形式下客户企业在外包项目中拥有的等待价值,没有对不同合同形式下客户企业的外包时机进行分析;最后,之前的研究没有对客户企业推迟外包等待时间进行分析研究。鉴于此,本研究从客户企业的角度出发,对传统净现值方法与实物期权方法的外包临界值进行比较,对固定价格合同、成本加成定价合同和收益共享合同3种常见合同下客户企业外包时机的选择问题进行研究,对客户企业的等待价值进行敏感性分析,并对客户企业推迟外包的等待时间进行探讨。

### 3 模型假设和变量设计

鉴于IT外包的不确定性和投资不可逆性等特点,本研究建立一个关于客户企业价值的实物期权模型,对客户企业的IT外包时机选择问题进行研究。首先,对采取传统净现值方法时客户企业外包的临界值进行分析;其次,对采用实物期权方法客户企业外包的临界值进行研究,并与采用净现值方法时的临界值进行比较;然后,引入等待价值,对客户企业的等待价值进行分析,客户企业根据等待价值选择外包的时机,即决定现在外包或推迟外包;最后,对客户企业选择推迟外包时的等待时间进行分析。

考虑由一个客户企业和一个服务供应商构成的IT服务外包供应链,客户企业的问题是考虑是否外包、外包的时机和外包合同的选择。本研究提出以下假设。

假设1 在内制情形下,客户企业自身提供服务所花费的成本为 $W_c$ 。当客户企业将该项服务外包时,服务供应商提供该服务所花费的成本为 $W_v$ , $W_v = \lambda W_c$ , $\lambda$ 为服务商成本与客户企业成本的比例系数。由于服务供应商具有专业化、规模经济和范围经济等原因,能够以更低的成本提供相同的服务,因此 $0 < \lambda \leq 1$ 。

假设2 IT外包的业务环境、技术环境和需求的不确定性往往会引起IT服务成本的不确定性。布朗运动是描述不确定性的最优方法,假设IT服务成本 $W_c$ 服从一般布朗运动, $dW_c = \mu W_c dt + \sigma W_c dz$ <sup>[25]</sup>。其中, $\mu$ 为漂移率,描述成本变化的趋势; $t$ 为时间; $\sigma$ 为变动率,描述成本变化过程中的不确定性; $z$ 为标准维纳过程, $E(dz) = 0$ 。

IT外包的技术环境不确定性指IT技术的快速发展造成IT技能市场的动态性,如导致技能陈旧和短缺<sup>[7]</sup>;IT外包的业务环境不确定性包括IT市场的波动性、业务变化和政策变化等<sup>[8]</sup>;IT外包的需求不确定性指由于客户企业内外部环境的变化致使实际需求偏离规定的需求<sup>[6-7]</sup>。

假设3 客户企业在将IT服务由内制模式转换为外包模式时将会产生转换成本 $K$ ,包括搜寻服务供应商、与服务供应商谈判的成本及随后调整合同的成本等<sup>[5]</sup>。客户企业具有选择外包或者不外包的

权利,当客户企业选择外包时具有现在外包或者推迟外包的权利,即外包时机的选择权。

假设4 无风险利率为  $r$ ,当客户企业为风险中性时,无风险利率等于贴现率,它取决于利息率和特定行业风险率<sup>[20-21]</sup>,假设  $\mu < r$ ,否则,  $dW_c = \mu W_c dt + \sigma W_c dz$  的积分会无穷大,投资的收益为负,投资毫无意义<sup>[9]</sup>。直观的解释为若成本的变化(如增长率)高于无风险利率的变化,客户企业永远不会投资,而将资本存入银行或进行其他无风险的投资活动。

假设5 客户企业选择外包时,可考虑3种常见合同,  $P$  为合同支付,  $P = P_i, i = 1, 2, 3$ 。

$i = 1$  表示固定价格合同,此时  $P = P_1$ ,即当服务供应商按照客户企业的要求提供服务后,客户企业向服务供应商支付的固定费用。

$i = 2$  表示成本加成定价合同,此时  $P = P_2 = (1 + \alpha)W_v = (1 + \alpha)\lambda W_c$ ,即客户企业在补偿服务供应商成本的基础上按照一定比例向服务供应商支付一定的报酬,  $\alpha$  为服务供应商的收益率,且  $0 < \alpha < 1$ 。

$i = 3$  表示收益共享合同,此时  $P = P_3 = F + s(P_c - W_v) = F + s(P_c - \lambda W_c)$ ,  $F$  为客户企业给予服务供应商的一次性支付,  $s$  为服务供应商分享收益的比例系数,且  $0 < s < 1$ ,  $P_c$  为IT服务的市场价值。在收益共享合同下,客户企业除给予服务供应商一次性固定支付外,为了更好地激励服务供应商,还给予其分享利益的权利。

#### 4 模型设计和分析

探讨3种常见合同形式下外包时机选择和等待时间的确定问题。①客户企业分别采用净现值方法和实物期权方法时,外包临界值是如何确定的,对外包时机的选择决策有怎样的影响;②当客户企业采用实物期权方法进行外包时机的决策时,影响客户企业等待价值的因素有哪些,随着这些影响因素的变化等待价值的变动趋势是怎样的;③当客户企业在当前时刻不选择外包而推迟外包时,需要等待多久才会外包,等待时间受哪些因素的影响,随影响因素变化的趋势是怎样的。

##### 4.1 外包时机的选择

对3种合同下采用净现值方法与实物期权方法得出的外包临界值进行比较,并对客户企业的等待价值进行分析。

###### 4.1.1 净现值方法

假设客户企业的成本随时间变化趋势为  $dW_c$ ,  $dW_c = \mu W_c dt$ ,可得  $W_c = W_{c0}e^{\mu t}$ ,  $W_{c0}$  为客户企业内制时的初始成本,即  $t = 0$  时  $W_c$  的值为  $W_{c0}$ 。当采用净现值方法进行决策时,如果客户企业选择内制,其可以获得的收益为

$$\begin{aligned} NPV_i &= \int_0^{\infty} (P_c - W_c) e^{-rt} dt \\ &= \int_0^{\infty} (P_c - W_{c0}e^{\mu t}) e^{-rt} dt \\ &= \frac{P_c}{r} - \frac{W_{c0}}{r - \mu} \end{aligned} \quad (1)$$

其中,  $NPV_i$  为内制时客户所获收益的净现值,  $(P_c - W_c) e^{-rt}$  为内制收益的贴现。当客户企业选择外包时,由于在不同合同形式下客户企业给予服务供应商的报酬形式都不相同,因此客户企业在采用不同合同形式时所依据的外包临界值可能会有所不同。下边对客户企业分别采取这3种合同形式时的外包临界值进行说明。

###### (1) 固定价格合同

固定价格合同下,当客户企业选择现在外包时,客户企业可获得的收益的预期现值为  $EPV_1, EPV_1 = E[\int_0^{\infty} (P_c - P_1) e^{-rt} dt] = \frac{P_c - P_1}{r}$ 。  $EPV_i$  为合同  $i$  下客户企业收益的预期现值。客户企业获得的净现值为  $NPV_1, NPV_1 = EPV_1 - K = \frac{P_c - P_1}{r} - K_0$ 。  $NPV_i$  为合同  $i$  下客户企业获得的净现值。

令  $NPV_1 = NPV_i$ ,得到固定价格合同下客户企业是否外包的临界值,即

$$W_{c1}^* = \left( \frac{P_1}{r} + K \right) (r - \mu) \quad (2)$$

其中,  $W_{c1}^*$  的上标  $j = 1, 2, j = 1$  表示采用净现值方法,  $j = 2$  表示采用实物期权方法,  $W_{c1}^*$  为固定价格合同下采用净现值法的外包临界值。固定价格合同下,采用净现值方法时,当  $W_c \geq W_{c1}^*$ ,客户企业会选择外包;当  $W_c < W_{c1}^*$ ,客户企业不会选择外包。

###### (2) 成本加成定价合同

成本加成定价合同下,当客户企业选择现在进行外包时,客户企业获得的收益期望现值为  $EPV_2, EPV_2 = E[\int_0^{\infty} [P_c - (1 + \alpha)\lambda W_c] e^{-rt} dt] = \frac{P_c}{r} - \frac{(1 + \alpha)\lambda W_{c0}}{r - \mu}$ 。客户企业获得的净现值为  $NPV_2, NPV_2 = \frac{P_c}{r} - \frac{(1 + \alpha)\lambda W_{c0}}{r - \mu} - K_0$ 。

令  $NPV_2 = NPV_i$ ,则在成本加成定价合同下,客户企业是否外包的临界值为

$$W_{c2}^* = \frac{K(r - \mu)}{1 - (1 + \alpha)\lambda} \quad (3)$$

成本加成定价合同下,采用净现值方法时,当  $W_c \geq W_{c2}^*$ ,客户企业会选择外包;当  $W_c < W_{c2}^*$ ,客户企业不会选择外包。

###### (3) 收益共享合同

收益共享合同下,当客户企业选择现在进行外包时,客户企业获得的收益期望现值为  $EPV_3, EPV_3 = E[\int_0^{\infty} [P_c - F - s(P_c - \lambda W_c)] e^{-rt} dt] = \frac{(1 - s)P_c - F}{r} + \frac{s\lambda W_{c0}}{r - \mu}$ 。客户企业获得的净现值为  $NPV_3, NPV_3 = \frac{(1 - s)P_c - F}{r} + \frac{s\lambda W_{c0}}{r - \mu} - K_0$ 。

令  $NPV_3 = NPV_i$ ,则在收益共享合同下,客户企业是否外包的临界值为

$$W_{C3}^{1*} = \frac{r-\mu}{1+s\lambda} \left( \frac{sP_c+F}{r} + K \right) \quad (4)$$

收益共享合同下,采用净现值方法进行外包决策时,当  $W_c \geq W_{C3}^{1*}$ , 客户企业会选择外包;当  $W_c < W_{C3}^{1*}$ , 客户企业不会选择外包。

4.1.2 实物期权方法

相对于净现值方法,实物期权方法赋予客户企业推迟外包的一种权利。当面对未来不确定性风险时,实物期权方法允许客户企业做出现在外包或者推迟外包的决策<sup>[26]</sup>。当客户企业选择推迟外包时,客户企业不采用外包仍可获得收益  $(P_c - W_c)$ , 假设未来外包的价值  $V(W_c)$  服从贝尔曼方程  $[rV(W_c) - (P_c - W_c)]dt = E(dV)$ 。

根据伊藤引理,  $dV = V'(W_c)dW_c + \frac{1}{2}V''(W_c)(dW_c)^2$ , 将  $dW_c = \mu W_c dt + \sigma W_c dz$  和  $E(dz) = 0$  代入此式,可得

$$\mu W_c V'(W_c) + \frac{1}{2}\sigma^2 W_c^2 V''(W_c) - rV(W_c) + P_c - W_c = 0 \quad (5)$$

下面分别对3种合同形式下客户企业是否外包、现在外包或推迟外包的问题进行分析。

(1) 固定价格合同

固定价格合同下,  $V(W_c)$  必须满足以下3个条件。

① 边界条件

$$V(0) = \frac{P_c}{r}$$

② 价值匹配条件

$$V(W_{C1}^{2*}) = EPV_1 - K = \frac{P_c - P_1}{r} - K$$

③ 平滑黏贴条件

$$\frac{\partial V(W_{C1}^{2*})}{\partial W_c} = \frac{\partial \left( \frac{P_c - P_1}{r} \right)}{\partial W_c} = 0$$

边界条件的经济含义是,当客户企业的成本  $W_c = 0$  时,客户企业不会选择现在外包,此时客户企业通过内制能够获得的收益为  $\frac{P_c}{r}$ 。价值匹配条件的经济含义是,当采取边界值  $W_{C1}^{2*}$  时,客户企业无论采取推迟外包或是现在外包决策,其获得的收益都相同。平滑粘贴条件的经济含义是,对于现在外包或者推迟外包两种决策获得的收益,这两个函数值不仅在边界处相等,而且其导数或斜率在边界处也相等。

由(5)式可知,  $V(W_c)$  的一般表达式的形式为

$$V_i(W_c) = A_i W_c^{\beta_1} + B_i W_c^{\beta_2} \quad (6)$$

其中,  $A_i, B_i, \beta_1$  和  $\beta_2$  都是根据(5)式解得的参数。 $V_i(W_c)$  为合同  $i$  下客户企业的价值。

$$\beta_1 = \frac{1}{2} - \frac{\mu}{\sigma^2} + \sqrt{\left( \frac{\mu}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}} > 1$$

$$\beta_2 = \frac{1}{2} - \frac{\mu}{\sigma^2} - \sqrt{\left( \frac{\mu}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}} < 0$$

根据边界条件得到  $B_1 = 0$ , 因此  $V(W_c)$  的一般表达式的形式为  $V(W_c) = A_1 W_c^{\beta_1}$ , 根据价值匹配条件和平滑黏贴条件,可得固定价格合同下客户企业在内制、外包情形下的价值函数,即

$$V_1(W_c) = \begin{cases} A_1 W_c^{\beta_1} + \frac{P_c}{r} - \frac{W_c}{r-\mu} & W_c < W_{C1}^{2*} \\ \frac{P_c - P_1}{r} - K & W_c \geq W_{C1}^{2*} \end{cases} \quad (7)$$

其中,  $A_1 = \frac{1}{\beta_1(r-\mu)} (W_{C1}^{2*})^{1-\beta_1}$

$$W_{C1}^{2*} = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \left( \frac{P_1}{r} + K \right) (r - \mu)$$

(7)式为分段函数,可以看出,当内制成本  $W_c$  低于外包临界值  $W_{C1}^{2*}$  时,客户企业将内部提供IT服务,并获得净现值  $\frac{P_c}{r} - \frac{W_c}{r-\mu}$  以及外包期权价值  $A_1 W_c^{\beta_1}$ ; 当内制成本高于外包临界值时,客户企业将终止内制选择外包,并签订固定价格合同,获得外包收益  $\frac{P_c - P_1}{r} - K$ 。

如果客户企业现在不进行外包,而保留选择外包的权利,等同于拥有了一个待投资的期权价值。下面引入客户企业的等待价值,对客户企业采取固定价格合同时应当尽早外包还是推迟外包以及影响客户企业选择的因素进行分析。

客户企业的等待价值  $WV = V - NPV$ <sup>[11]</sup>, 当  $W_c < W_{C1}^{2*}$  时,得到固定价格合同下客户企业的等待价值为  $WV_1, WV_1 = \beta_1^{-\beta_1} (\beta_1 - 1)^{\beta_1 - 1} \left( \frac{W_c}{r-\mu} \right)^{\beta_1} \left( \frac{P_1}{r} + K \right)^{1-\beta_1} - \frac{W_c}{r-\mu} + \frac{P_1}{r} + K$ 。当  $W_c > W_{C1}^{2*}$ , 客户选择外包,等待价值为0。

为了表述的方便,令

$$t(\beta_1) = \beta_1^{-\beta_1} (\beta_1 - 1)^{\beta_1 - 1} \left( \frac{W_c}{r-\mu} \right)^{\beta_1} \left( \frac{P_1}{r} + K \right)^{1-\beta_1}$$

其中,  $t(\beta_1)$  为  $\beta_1$  的函数。则客户企业的等待价值为

$$WV_1 = \begin{cases} t(\beta_1) - \frac{W_c}{r-\mu} + \frac{P_1}{r} + K & W_c < W_{C1}^{2*} \\ 0 & W_c \geq W_{C1}^{2*} \end{cases} \quad (8)$$

由(8)式可以看出,采用实物期权方法时,当  $W_c < W_{C1}^{2*}$  时,客户企业由于拥有了等待价值将会选择推迟外包;而当  $W_c \geq W_{C1}^{2*}$  时,客户企业将会选择立即外包。

命题1 固定价格合同下,比较净现值方法与实物期权方法下的外包临界值,并对客户企业的等待价值进行分析,得到以下结论。

(1a) 实物期权方法下的外包临界值大于净现值方法下的临界值,且临界值的比值随成本漂移率、变动率的增大而增大,随无风险利率的增大而减小。

(1b) 客户企业的等待价值随成本漂移率、变动率的增大而增大,随无风险利率的增大而减小;实物期权方法与净现值方法下的外包临界值的比值越高,客户企业的等待价值越大。

命题(1a)表明,客户企业在进行内制与外包的权衡时,采用净现值方法时相对较低的IT服务成本就会导致其外包,而采用实物期权方法时只有在IT服务成本相对较高时才会采取外包,否则会一直采取内制。因此,客户企业采用实物期权方法比采用净现值方法进行外包决策更为谨慎,不会轻易采取外包。

命题(1b)表明,成本的增长(即漂移率)越快、成本不确定性较大(即变动率)或者无风险利率较小时客户企业会选择推迟外包;反之,客户企业会选择尽快外包。在成本增长较快且不确定性较高的IT外包环境中,客户企业最好延迟外包。

证明:比较  $W_{c1}^{2*}$  与  $W_{c1}^{1*}$ , 得到  $\frac{W_{c1}^{2*}}{W_{c1}^{1*}} = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} > 1, \frac{\partial \frac{W_{c1}^{2*}}{W_{c1}^{1*}}}{\partial \beta_1} < 0$ 。  $\beta_1$  取决于  $r, \mu, \sigma$ , 易证  $\frac{\partial \beta_1}{\partial \mu} < 0, \frac{\partial \beta_1}{\partial \sigma} < 0, \frac{\partial \beta_1}{\partial r} > 0$ 。因此  $\frac{\partial \frac{W_{c1}^{2*}}{W_{c1}^{1*}}}{\partial \mu} = \frac{\partial \frac{W_{c1}^{2*}}{W_{c1}^{1*}}}{\partial \beta_1} \cdot \frac{\partial \beta_1}{\partial \mu} > 0, \frac{\partial \frac{W_{c1}^{2*}}{W_{c1}^{1*}}}{\partial \sigma} = \frac{\partial \frac{W_{c1}^{2*}}{W_{c1}^{1*}}}{\partial \beta_1} \cdot \frac{\partial \beta_1}{\partial \sigma} > 0, \frac{\partial \frac{W_{c1}^{2*}}{W_{c1}^{1*}}}{\partial r} = \frac{\partial \frac{W_{c1}^{2*}}{W_{c1}^{1*}}}{\partial \beta_1} \cdot \frac{\partial \beta_1}{\partial r} < 0$ 。命题(1a)得证。

用(8)式对  $\beta_1$  微分,得

$$\frac{\partial WV_1}{\partial \beta_1} = \begin{cases} t(\beta_1) \ln \frac{W_c}{W_{c1}^{2*}} & W_c < W_{c1}^{2*} \\ 0 & W_c \geq W_{c1}^{2*} \end{cases} \quad (9)$$

当  $W_c < W_{c1}^{2*}$  时,有

$$\begin{aligned} \frac{\partial WV_1}{\partial \beta_1} &= t(\beta_1) \ln \frac{W_c}{W_{c1}^{2*}} < 0 \\ \frac{\partial WV_1}{\partial \mu} &= \frac{\partial WV_1}{\partial \beta_1} \cdot \frac{\partial \beta_1}{\partial \mu} > 0 \\ \frac{\partial WV_1}{\partial \sigma} &= \frac{\partial WV_1}{\partial \beta_1} \cdot \frac{\partial \beta_1}{\partial \sigma} > 0 \\ \frac{\partial WV_1}{\partial r} &= \frac{\partial WV_1}{\partial \beta_1} \cdot \frac{\partial \beta_1}{\partial r} < 0 \\ \frac{\partial WV_1}{\partial \frac{W_{c1}^{2*}}{W_{c1}^{1*}}} &= \frac{\partial WV_1}{\partial \beta_1} \cdot \frac{\partial \beta_1}{\partial \frac{W_{c1}^{2*}}{W_{c1}^{1*}}} > 0 \end{aligned}$$

命题(1b)得证。

(2) 成本加成定价合同

成本加成定价合同下,  $V(W_c)$  必须满足以下条件。

① 边界条件

$$V(0) = \frac{P_c}{r}$$

② 价值匹配条件

$$V(W_{c2}^{2*}) = \frac{P_c}{r} - \frac{(1+\alpha)\lambda W_c}{r-\mu} - K$$

③ 平滑黏贴条件

$$\frac{\partial V(W_{c2}^{2*})}{\partial W_c} = -\frac{(1+\alpha)\lambda}{r-\mu}$$

与固定价格合同下的求解方法类似,得到成本加成定价合同下客户企业在内制、外包情形下的价值函数。

$$V_2(W_c) = \begin{cases} A_2 W_c^{\beta_1} + \frac{P_c}{r} - \frac{W_c}{r-\mu} & W_c < W_{c2}^{2*} \\ \frac{P_c}{r} - \frac{(1+\alpha)\lambda W_c}{r-\mu} - K & W_c \geq W_{c2}^{2*} \end{cases} \quad (10)$$

其中,

$$A_2 = \frac{1 - (1+\alpha)\lambda}{\beta_1(r-\mu)} (W_{c2}^{2*})^{1-\beta_1}$$

$$W_{c2}^{2*} = \frac{K\beta_1(r-\mu)}{(\beta_1-1)[1-(1+\alpha)\lambda]}$$

仿照固定价格合同下等待价值的求取方法,成本加成定价合同下客户企业的等待价值为

$$WV_2 = \begin{cases} f(\beta_1) - \frac{W_c}{r-\mu} + \frac{(1+\alpha)\lambda W_c}{r-\mu} + K & W_c < W_{c2}^{2*} \\ 0 & W_c \geq W_{c2}^{2*} \end{cases} \quad (11)$$

其中,  $f(\beta_1) = \beta_1^{-\beta_1} (r-\mu)^{-\beta_1} [1-(1+\alpha)\lambda]^{\beta_1} (\frac{K}{\beta_1-1})^{1-\beta_1} W_{c1}^{\beta_1}$ ,  $f(\beta_1)$  为成本加成合同下  $\beta_1$  的函数

命题2 成本加成定价合同下,比较净现值方法和实物期权方法下的外包临界值,并对客户企业的等待价值进行分析,得到以下结论。

(2a) 实物期权方法下的外包临界值大于净现值方法下的临界值,且临界值的比值随成本漂移率、变动率的增大而增大,随无风险利率的增大而减小。

(2b) 当  $\alpha < \frac{1}{\lambda-1}$  时,客户企业的等待价值随成本漂移率、变动率的增大而增大,随无风险利率的增大而减小,实物期权方法与净现值方法下的外包临界值的比值越高,客户企业的等待价值越大。而当  $\alpha \geq \frac{1}{\lambda-1}$  时,客户企业不会选择外包。

命题(2a)表明,采用实物期权方法进行外包决策时客户企业更为谨慎。

命题(2b)表明,客户企业采取外包的必要条件是  $\alpha < \frac{1}{\lambda-1}$ , 从服务商的角度来说,若期望获得IT外包业务订单,必需满足  $\alpha < \frac{1}{\lambda-1}$ 。因此服务商必需拥有更高的成本优势,即较低的  $\lambda$ ; 或者在竞价时采取低价策略,即较低的  $\alpha$ , 从而提高  $\alpha < \frac{1}{\lambda-1}$  的可能性。从客户的角度来说,可以向更多的服务供应商发放需求建议书,使较多的服务供应商参与投标,从而增加服务商之间的竞争,降低  $\alpha$ , 或者更容易选择到低成本服务商(较低的  $\lambda$ )。当满足  $\alpha < \frac{1}{\lambda-1}$  时,成本的增长越快或成本不确定性较大时,客户企业会选择推迟

外包;而当无风险利率较大时,客户企业会选择尽快外包。在成本增长较快且不确定性较高的IT外包环境中,客户企业最好延迟外包。

证明:比较  $W_{c2}^{2*}$  与  $W_{c2}^{1*}$ , 得到  $\frac{W_{c2}^{2*}}{W_{c2}^{1*}} = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} > 1$ 。命题

(2a)的其他结论证明与固定价格合同下的证明一致。用(11)式对  $\beta_1$  微分,得到

$$\frac{\partial WV_2}{\partial \beta_1} = \begin{cases} f(\beta_1) \ln \frac{W_c}{W_{c2}^{2*}} & W_c < W_{c2}^{2*} \\ 0 & W_c \geq W_{c2}^{2*} \end{cases} \quad (12)$$

注意到,当  $\alpha \geq \frac{1}{\lambda - 1}$  时,  $W_{c2}^{2*} \leq 0$ ,即服务商的边际利润  $\alpha$  过高以至于客户无法接受,因为成本永远不可能为负。所以,此种情形下,客户企业不会选择外包。命题(2b)的其他结论证明与固定价格合同下的证明一致。

(3) 收益共享合同

收益共享合同下,  $V(W_c)$  必须满足以下3个条件。

① 边界条件

$$V(0) = \frac{P_c}{r}$$

② 价值匹配条件

$$V(W_{c3}^{2*}) = EPV_3 - K = \frac{(1-s)P_c - F}{r} + \frac{s\lambda W_c}{r - \mu} - K$$

③ 平滑黏贴条件

$$\frac{\partial V(W_{c3}^{2*})}{\partial W_c} = \frac{s\lambda}{r - \mu}$$

收益共享合同下客户企业在内制、外包情形下的价值函数为

$$V_3(W_c) = \begin{cases} A_3 W_c^{\beta_1} + \frac{P_c}{r} - \frac{W_c}{r - \mu} & W_c < W_{c3}^{2*} \\ \frac{(1-s)P_c - F}{r} + \frac{s\lambda W_c}{r - \mu} - K & W_c \geq W_{c3}^{2*} \end{cases} \quad (13)$$

其中,

$$A_3 = \frac{1 + s\lambda}{\beta_1(r - \mu)} (W_{c3}^{2*})^{1 - \beta_1}$$

$$W_{c3}^{2*} = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \cdot \frac{r - \mu}{1 + s\lambda} \left( \frac{sP_c + F}{r} + K \right)$$

收益共享合同下客户企业的等待价值为

$$WV_3 = \begin{cases} g(\beta_1) - \frac{(1+s\lambda)W_c}{r - \mu} + \frac{sP_c + F}{r} + K & W_c < W_{c3}^{2*} \\ 0 & W_c \geq W_{c3}^{2*} \end{cases} \quad (14)$$

其中,  $g(\beta_1) = \beta_1^{-\beta_1} (\beta_1 - 1)^{\beta_1 - 1} \frac{1 + s\lambda}{r - \mu} \left[ \frac{r - \mu}{1 + s\lambda} \left( \frac{sP_c + F}{r} + K \right) \right]^{1 - \beta_1} W_c^{\beta_1}$ ,  $g(\beta_1)$  为收益共享合同下  $\beta_1$  的函数。

命题3 收益共享合同下,比较净现值方法与实物期权方法下的外包临界值,并对客户企业的等待价值进行分析,得到以下结论。

(3a)实物期权方法下的外包临界值大于净现值方法下的临界值,且临界值的比值随成本漂移率、变动率的增大而增大,随无风险利率的增大而减小。

(3b)客户企业的等待价值随成本漂移率、变动率的增大而增大,随无风险利率的增大而减小;实物期权方法与净现值方法下的外包临界值的比值越高,客户企业的等待价值越大。

命题(3a)表明,收益共享合同下,采用实物期权方法进行外包决策时,客户企业更为谨慎。

命题(3b)表明,成本的增长越快或不确定性较大时,客户企业会选择推迟外包;而当无风险利率较大时,客户企业会选择尽快外包。在成本增长较快且不确定性较高的IT外包环境中,客户企业最好推迟外包。

证明:比较  $W_{c3}^{2*}$  与  $W_{c3}^{1*}$ , 得到  $\frac{W_{c3}^{2*}}{W_{c3}^{1*}} = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} > 1$ 。命题

(3a)的其他结论证明与固定价格合同下的证明一致。用(14)式对  $\beta_1$  微分,得到

$$\frac{\partial WV_3}{\partial \beta_1} = \begin{cases} g(\beta_1) \ln \frac{W_c}{W_{c3}^{2*}} & W_c < W_{c3}^{2*} \\ 0 & W_c \geq W_{c3}^{2*} \end{cases} \quad (15)$$

余下的推导与固定价格合同下的推导过程一致,易得命题(3b)。

4.2 等待时间的确定

4.1对3种合同下采用净现值方法与实物期权方法的外包临界值进行比较分析,并对无风险利率、漂移率、变动率的变化对发包时机的影响进行分析,本节在上述基础上对客户企业选择推迟外包时的等待时间及其影响因素进行分析。

由假设2可知,  $W_c$  服从一般布朗运动。由前文可知,过程  $W_c$  的初始值为  $W_{c0}$ , 临界值为  $W_c^*$ , 变量  $T$  为过程  $W_c$  首次到达  $W_c^*$  的时间,  $E(T)$  为期望等待时间,  $P_{W_{c0} \rightarrow W_c^*}$  为过程  $W_c$  从初始值  $W_{c0}$  到达临界值  $W_c^*$  的概率。由文献[26]可知

$$P_{W_{c0} \rightarrow W_c^*} = \left( \frac{W_c^*}{W_{c0}} \right)^{\frac{2}{\sigma^2}(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)} \quad (16)$$

$$E(T) = \frac{\log \frac{W_c^*}{W_{c0}}}{\mu - \frac{1}{2}\sigma^2} \quad (17)$$

当初始值小于临界值时,客户企业会选择推迟外包;当初始值等于临界值时,现在外包与推迟外包没有区别;当初始值大于临界值时,客户企业选择现在外包。为了对客户企业选择推迟外包时的期望等待时间进行分析,本研究对初始值 ( $W_{c0}$ ) 小于临界值 ( $W_c^*$ ) 的情形进行讨论。由(16)式和(17)式可以得出以下3个结论。

(1) 当  $\mu - \frac{1}{2}\sigma^2 > 0$  时,由于  $W_c^* > W_{c0}$ , 可知  $\frac{W_c^*}{W_{c0}} > 1$ , 而  $\frac{2}{\sigma^2}(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2) > 0$ , 可知  $P$  取最大值1。因此过程  $W_c$

以概率 1 到达临界值  $W_c^*$ , 期望等待时间  $E(T)$  为一个定值。这种情形表明, 无风险利率、漂移率、变动率的变化不影响过程  $W_c$  从初始值  $W_{c0}$  到达临界值  $W_c^*$  的概率, 只会影响期望等待时间  $E(T)$ 。

(2) 当  $\mu - \frac{1}{2}\sigma^2 = 0$  时, 由于  $W_c^* > W_{c0}$ , 可知  $\frac{W_c^*}{W_{c0}} > 1$ , 而  $\frac{2}{\sigma^2}(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2) = 0$ , 可知  $P = 1$ 。因此过程  $W_c$  以概率 1 到达临界值  $W_c^*$ , 期望等待时间  $E(T)$  为无穷大。这表明当  $\mu - \frac{1}{2}\sigma^2 = 0$  时, 虽然  $W_c$  肯定会到达临界值  $W_c^*$ , 但平均等待的时间无穷大, 即客户企业在无穷大的时间后才会选择发包。这种情形表明, 无风险利率、漂移率、变动率的变化对过程  $W_c$  从初始值  $W_{c0}$  到达临界值  $W_c^*$  的概率、期望等待时间  $E(T)$  都没有影响。

(3) 当  $\mu - \frac{1}{2}\sigma^2 < 0$  时, 由  $W_c^* > W_{c0}$  可知  $\frac{W_c^*}{W_{c0}} > 1$ , 而  $\frac{2}{\sigma^2}(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2) < 0$ , 可知  $P < 1$ , 因此过程  $W_c$  以有限的概率  $P$  到达临界值  $W_c^*$ , 而期望等待时间  $E(T)$  不存在。该结论表明这种情形虽提高了过程  $W_c$  从初始值  $W_{c0}$  到达临界值  $W_c^*$  的概率, 但却不能有效地激励客户企业采取外包决策。这种情形表明, 无风险利率、漂移率、变动率的变化只会影响过程  $W_c$  从初始值  $W_{c0}$  到达临界值  $W_c^*$  的概率, 不会影响期望等待时间  $E(T)$ 。

由以上 3 个结论可以得出以下命题。

命题 4 当漂移率与变动率平方之比大于  $\frac{1}{2}$  时, 无风险利率、漂移率、变动率的变化不影响过程  $W_c$

从初始值到达临界值的概率, 只会影响期望等待时间; 当漂移率与变动率平方之比等于  $\frac{1}{2}$  时, 无风险利率、漂移率、变动率的变化对过程  $W_c$  从初始值到达临界值的概率、期望等待时间都没有影响; 当漂移率与变动率平方之比小于  $\frac{1}{2}$  时, 无风险利率、漂移率、变动率的变化只会影响过程  $W_c$  从初始值到达临界值的概率, 而不会影响期望等待时间。

5 算例分析

为了更直观的阐述上述分析结果, 下面通过仿真进行算例验证, 鉴于篇幅所限, 本研究仅对结论进行部分算例分析。由上述结论可知,  $\frac{W_{c1}^{2*}}{W_{c1}^{1*}} = \frac{W_{c2}^{2*}}{W_{c2}^{1*}} = \frac{W_{c3}^{2*}}{W_{c3}^{1*}} = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1}$ , 令  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}} = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1}$  表示实物期权方法和净现值方法下的临界值比值。  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$  受漂移率、无风险利率和变动率 3 个因素的影响, 下面针对这 3 种因素对  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$  的影响进行分析。

令变动率  $\sigma = 0.20$ ,  $\mu$  在  $0.04 \sim 0.14$  之间变化,  $r$  在  $0.05 \sim 0.15$  之间变化, 观测实物期权方法和净现值方法下临界值之比  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$  的变化情况。表 1 给出  $r$  和  $\mu$  取不同值时的  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$ 。

表 1  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$  与  $r$  和  $\mu$  的关系

Table 1 Relationship between  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$  and  $r, \mu$

r	μ											
	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	
0.05	7.72											
0.06	4.33	8.12										
0.07	3.26	5.00	9.34									
0.08	2.79	3.56	5.15	10.08								
0.09	2.45	3.00	3.84	5.77	10.98							
0.10	2.24	2.64	3.22	4.23	6.28	12.11						
0.11	2.11	2.43	2.82	3.43	4.59	6.53	13.20					
0.12	2.00	2.24	2.53	3.00	3.71	4.85	7.26	13.45				
0.13	1.91	2.12	2.35	2.69	3.17	3.95	5.17	7.67	15.08			
0.14	1.83	2.00	2.20	2.46	2.85	3.39	4.11	5.56	8.14	15.23		
0.15	1.78	1.92	2.08	2.32	2.62	3.00	3.57	4.40	5.75	8.70	17.70	

由表1可以看出,当 $\sigma$ 固定时, $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$ 随 $r$ 的增大而减小,随 $\mu$ 的增大而增大。实物期权方法与净现值方法的临界值之比越高,客户企业的等待价值越高,客户企业更多地采取推迟外包;反之,当实物期权方法和净现值方法的临界值之比越低,客户企业的等待价值越低,客户企业更多地采取尽快外包。

图1给出实物期权方法和净现值方法下外包临界值比值随漂移率变化的趋势。

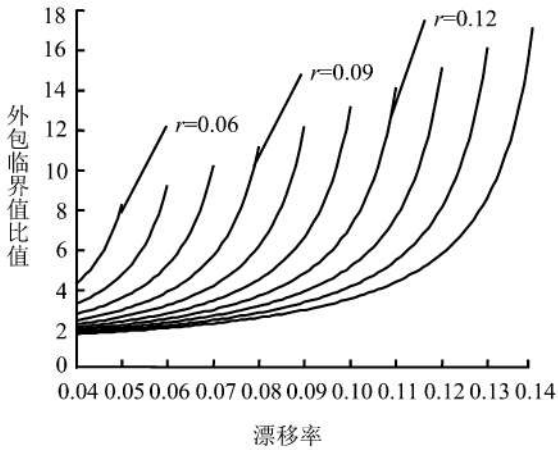


图1  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$  随  $\mu$  的变化趋势

Figure 1 Relationship between  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$  and  $\mu$

图1表明,当 $\sigma$ 固定时,随着 $\mu$ 的增加, $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$ 也在增加,因此客户企业的等待价值将会增加,与命题1、命题2、命题3的结论一致,说明成本增长较快时客户企业对执行外包决策犹豫不决。图2给出实物期权方法和净现值方法下外包临界值比值随无风险利率变化的趋势。

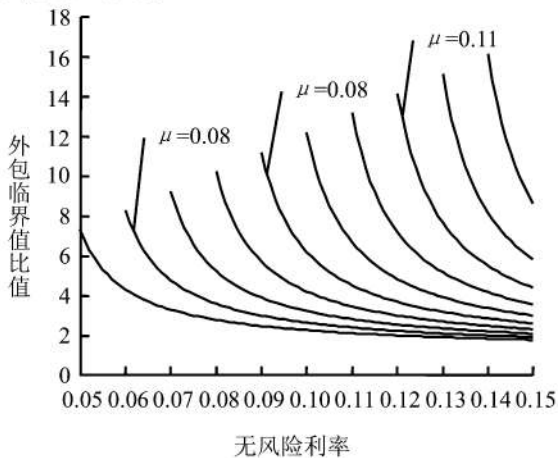


图2  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$  随  $r$  的变化趋势

Figure 2 Relationship between  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$  and  $r$

图2表明,当 $\sigma$ 固定时,随着 $r$ 的增加, $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$ 在减小,因此客户企业的等待价值将会减小,与命题1、命题2、命题3的结论一致。这是因为无风险利率的增加,导致等待价值的降低,客户企业将采取外包以避免未来较高的IT外包投资成本;无风险利率的降低,导致等待价值的提升,客户企业将推迟外包以享受未来较低的IT外包投资成本。

令 $r = 0.15$ ,  $\sigma$ 在0.10~0.30之间变化, $\mu$ 在0.04~0.14之间变化,观测实物期权方法和净现值方法下的临界值之比 $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$ 的变化情况。表2给出 $\sigma$ 和 $\mu$ 取不同值时的 $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$ 。可以看出当 $r$ 固定时, $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$ 随着 $\sigma$ 和 $\mu$ 的增大而增大。实物期权方法和净现值方法的临界值之比越高,客户企业的等待价值越高,客户企业更多地采取推迟外包;反之,当实物期权方法和净现值方法的临界值之比越低,客户企业的等待价值越低,客户企业更多地采取尽快外包。

图3给出实物期权方法和净现值方法下外包临界值比值随变动率变化的趋势。

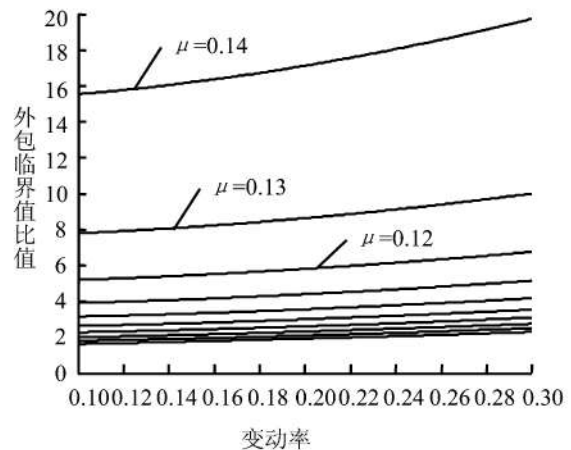


图3  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$  随  $\sigma$  的变化趋势

Figure 3 Relationship between  $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$  and  $\sigma$

由图3可以看出,当 $r$ 固定时,随着 $\sigma$ 的增加, $\frac{W_c^{2*}}{W_c^{1*}}$ 也在增加,因此客户企业的等待价值将会增加,与命题1、命题2、命题3的结论相一致。这表明当不确定性较高时,客户企业对执行外包决策犹豫不决,当成本的增长越快(即漂移率越大),客户企业将会更加犹豫不决。这也表明在不确定情形下,客户企业倾向于选择比较稳定(即漂移率较小)的项目进行投资。

### 6 结论

本研究采用实物期权方法建立IT外包决策的分



表 2  $\frac{W_C^{2*}}{W_C^{1*}}$  与  $\sigma$  和  $\mu$  的关系

Table 2 Relationship between  $\frac{W_C^{2*}}{W_C^{1*}}$  and  $\sigma, \mu$

$\sigma$	$\mu$										
	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14
0.10	1.50	1.63	1.80	2.00	2.26	2.64	3.12	3.95	5.16	7.65	15.27
0.12	1.55	1.67	1.85	2.06	2.32	2.70	3.17	4.00	5.23	8.04	15.28
0.14	1.60	1.73	1.89	2.12	2.38	2.75	3.27	4.02	5.35	8.10	15.37
0.16	1.69	1.79	1.95	2.16	2.45	2.85	3.38	4.21	5.50	8.12	16.62
0.18	1.71	1.85	2.02	2.23	2.53	2.92	3.47	4.33	5.54	8.14	16.64
0.20	1.78	1.92	2.08	2.32	2.62	3.00	3.57	4.40	5.75	8.70	17.13
0.22	1.85	1.98	2.16	2.41	2.68	3.08	3.69	4.44	6.00	9.11	17.66
0.24	1.91	2.07	2.26	2.49	2.78	3.17	3.77	4.66	6.05	9.31	17.96
0.26	1.98	2.14	2.34	2.59	2.84	3.26	3.91	4.84	6.46	9.35	18.15
0.28	2.05	2.22	2.43	2.67	2.95	3.43	4.02	4.92	6.49	9.36	20.22
0.30	2.12	2.30	2.48	2.75	3.07	3.55	4.18	5.11	6.53	9.69	20.96

析框架,对 IT 外包的时机选择问题进行研究。本研究考虑 3 种常见的合同,分别研究采取传统的净现值方法和实物期权方法的外包临界值,分析客户企业成本的变化对外包时机选择的影响,并对客户企业推迟外包时的等待时间进行分析,得到以下研究结论。

(1) 固定价格合同、成本加成定价合同和收益共享合同下,客户企业采用实物期权方法得出的外包临界值大于采用净现值方法得出的外包临界值。在 IT 外包中由于“柯达效应”的存在,很多企业在面临周围企业纷纷采取外包时,在没有做好外包准备、没有充分考虑到外包投资的不可逆和成本的不确定性时,仓促做出外包决策,从而忽略了其所拥有的是否外包和何时外包的柔性,忽略了 IT 外包中的机会成本(即等待价值),这往往导致服务升级和成本降低的目标难以实现,甚至导致外包的失败<sup>[27-28]</sup>。因此,客户企业在做出外包决策时务必谨慎。该结论表明客户企业在面临外包的决策时,选择实物期权方法更为谨慎,有助于外包的成功,降低外包的失败率,并为客户企业在面临 IT 外包成本不确定性和投资不可逆时选取何种方法做出外包决策更为有效提供理论依据。

(2) 客户企业的等待价值随无风险利率的增大而减小,随漂移率、变动率的增大而增大,即当无风险利率增大时,客户企业会选择尽快外包,而当漂移

率、变动率增大时,客户企业则会选择推迟外包。对于客户企业来说,当服务成本增长幅度较大或成本不确定性较高时,客户企业可以推迟外包来降低 IT 服务成本过快增长的负担和成本不确定性的风险,并且无风险利率较高时,客户企业可以通过外包来避免未来较高的 IT 外包投资成本,反之亦然。该结论为外包客户企业面临 IT 外包成本不确定性所带来的风险时应采取何种措施提供了一定的借鉴,为客户企业在对待外包决策时何时应当采取保守措施、何时应当采取积极措施提供理论指导。

(3) 当漂移率与变动率平方之比大于  $\frac{1}{2}$  时,无风险利率、漂移率、变动率的变化不影响客户企业成本从初始值到达临界值的概率,只会影响期望等待时间;当漂移率与变动率平方之比等于  $\frac{1}{2}$  时,无风险利率、漂移率、变动率的变化对客户企业成本从初始值到达临界值的概率、期望等待时间都没有影响;当漂移率与变动率平方之比小于  $\frac{1}{2}$  时,无风险利率、漂移率、变动率的变化只会影响客户企业成本从初始值到达临界值的概率,而不会影响期望等待时间。该结论表明客户企业选择外包的概率和等待时间并不总是随无风险利率、漂移率、变动率的变化而变化,这为当无风险利率、漂移率、变动率发生变化时客户

企业是否应该改变外包时机和外包时间的决策提供依据。

本研究为不确定性环境下 IT 外包决策提供理论支持,对管理实践中客户企业是否外包、外包时机的选择具有一定的指导和借鉴意义。本研究考虑发包方服务成本的不确定性,下一步的研究将同时考虑发包方服务成本和服务价格的不确定性,以期做进一步深入的研究。

#### 参考文献:

- [1] 梁建英,李垣,廖貅武. 信号成本与服务外包供应商信号传递关系的博弈模型[J]. 中国管理科学,2007,15(1):99-105.  
Liang Jianying, Li Yuan, Liao Xiuwu. A game model on the relations between signal cost and outsourcing vendor signaling[J]. Chinese Journal of Management Science, 2007, 15(1): 99-105. (in Chinese)
- [2] 罗伯特·克莱珀,温德尔·O·琼斯. 信息技术、系统与服务的分包[M]. 北京:电子工业出版社,2003:19-37.  
Robert K, Wendell O J. Outsourcing information technology systems & services [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003: 19-37. (in Chinese)
- [3] Aksin O Z, Masini A. Effective strategies for internal outsourcing and offshoring of business services: An empirical investigation [J]. Journal of Operations Management, 2008, 26(2): 239-256.
- [4] Lichtenstein Y. Puzzles in software development contracting [J]. Communications of the ACM, 2004, 47(2): 61-65.
- [5] Benaroch M, Dai Q, Kauffman R J. Should we go our own way? Backsourcing flexibility in IT services contracts [J]. Journal of Management Information Systems, 2010, 26(4): 317-358.
- [6] Earl M J. The risks of outsourcing IT [J]. Sloan Management Review, 1996, 37(3): 26-32.
- [7] Slaughter S, Ang S. Employment outsourcing in information systems [J]. Communications of the ACM, 1996, 39(7): 47-54.
- [8] Ang S, Cummings L L. Strategic response to institutional influences on information systems outsourcing [J]. Organization Science, 1997, 8(3): 235-256.
- [9] Dixit A K, Pindyck R S. Investment under uncertainty [M]. Princeton: Princeton University Press, 1994: 135-173.
- [10] Pindyck R S. Uncertainty and exhaustible resource markets [J]. Journal of Political Economy, 1980, 88(6): 1203-1225.
- [11] Morek R, Schwartz E, Stangeland D. The valuation of forestry resources under stochastic prices and inventories [J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1989, 24(4): 473-487.
- [12] Taudes A, Feurstein M, Mild A. Options analysis of software platform decisions: A case study [J]. MIS Quarterly, 2000, 24(2): 227-243.
- [13] Capozza D R, Li Y. Residential investment and interest rates: An empirical test of land development as a real option [J]. Real Estate Economics, 2001, 29(3): 503-519.
- [14] Wu L C, Ong C S, Hsu Y W. Active ERP implementation management: A real options perspective [J]. The Journal of Systems and Software, 2008, 81(6): 1039-1050.
- [15] 朱磊,范英,魏一鸣. 基于实物期权理论的矿产资源最优投资策略模型[J]. 中国管理科学, 2009, 17(2): 36-41.  
Zhu Lei, Fan Ying, Wei Yiming. An optimal investment model for mineral resources based on real option theory [J]. Chinese Journal of Management Science, 2009, 17(2): 36-41. (in Chinese)
- [16] 程兵,黄海平. 技术采用、实物期权和资产价格[J]. 系统工程理论与实践, 2009, 29(4): 50-57.  
Cheng Bing, Huang Haiping. Technology adoption, real options, and asset prices [J]. Systems Engineering-Theory and Practice, 2009, 29(4): 50-57. (in Chinese)
- [17] 邢小强,全允桓. 基于实物期权的新技术投资决策实证研究[J]. 中国管理科学, 2009, 17(4): 30-38.  
Xing Xiaoqiang, Tong Yunhuan. Empirical study on new technology investment decision based on real options approach [J]. Chinese Journal of Management Science, 2009, 17(4): 30-38. (in Chinese)
- [18] 蔡晓钰,陈忠,吴圣佳. 个人房地产最优租-售转换的 ROs 投资决策[J]. 管理科学学报, 2008, 11(4): 125-133.  
Cai Xiaoyu, Chen Zhong, Wu Shengjia. Study on investment decision about optimal renting-selling conversion of individual real estate in real options' framework [J]. Journal of Management Science in China, 2008, 11(4): 125-133. (in Chinese)
- [19] 陈涛,丛国栋,于本海,张金隆. 基于风险管理的软件开发过程模型及其复合实物期权分析[J]. 管理工程学报, 2010, 24(2): 61-67.  
Chen Tao, Cong Guodong, Yu Benhai, Zhang Jinlong. Software process model based on risk management and its real options analysis [J]. Journal of Industrial Engineering/Engineering Management, 2010, 24(2): 61-67. (in Chinese)
- [20] Jiang B, Yao T, Feng B. Valuate outsourcing contracts from vendors' perspective: A real options approach [J]. Decision Sciences, 2008, 39(3): 383-405.

- [21] Jiang B, Reinhardt G, Young S T. BOCOG's outsourcing contracts: The vendor's perspective [J]. *Omega*, 2008, 36(6): 941-949.
- [22] Olson D L, Wu D. New frontiers in enterprise risk management [M]. Berlin: Springer, 2008: 181-192.
- [23] Yao T, Jiang B, Young S T, Talluri S. Outsourcing timing, contract selection, and negotiation [J]. *International Journal of Production Research*, 2010, 48(2): 305-326.
- [24] Jiang B, Talluri S, Yao T, Moon Y. Breaking the winner's curse in outsourcing [J]. *Decision Sciences*, 2010, 41(3): 573-594.
- [25] Nembhard H B, Shi L, Mehmet A. A real options design for product outsourcing [J]. *The Engineering Economist*, 2003, 48(3): 199-217.
- [26] Rhys H, Song J, Jindrichovska I. The timing of real option exercise: Some recent developments [J]. *The Engineering Economist*, 2002, 47(4): 436-450.
- [27] Huai J. An incentive model of IS outsourcing contract [R]. *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 2007: 6588-6592.
- [28] Loh L, Venkatraman N. Diffusion of information technology outsourcing: Influence sources and the Kodak effect [J]. *Information Systems Research*, 1992, 3(4): 334-358.

## Research on IT Outsourcing Timing under Uncertainty

Zhang Zongming, Liu Shulin, Xie Huihui, Liao Xiuwu  
School of Management, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China

**Abstract:** The uncertainty of IT outsourcing business environment, technological environment and demand often result in uncertainty of IT services costs. Based on the uncertain IT services cost and irreversible outsourcing investment, this paper studies outsourcing threshold using net present value approach (NPV) and real options approach respectively under three common contract (fixed price contract, cost plus pricing contract and profit sharing contract), and analyzes the value of waiting, furthermore discusses the time of waiting when postponing outsourcing. The results indicate that the outsourcing threshold derived by real options approach is larger than by NPV approach. Client's value of waiting decreases when risk-free interest rate increases, but increases when drift rate and uncertainty rate increases. If the ratio between drift rate and the square of uncertainty rate is larger than  $1/2$ , client's expected value of waiting is affected by risk-free interest rate, drift rate and uncertainty rate. Under other conditions, however, client's expected value of waiting is free of risk-free interest rate, drift rate and uncertainty rate. The findings can provide theoretical support and practical guidance for clients to decide whether to outsource or not, and when to outsource under uncertain environment.

**Keywords:** IT outsourcing; contract; real options; value of waiting

**Received Date:** May 10<sup>th</sup>, 2011      **Accepted Date:** July 3<sup>rd</sup>, 2011

**Funded Project:** Supported by the National Natural Science Foundation of China (70890081)

**Biography:** Zhang Zongming, a Jiangsu Xuzhou native (1983 -), is a Ph. D. candidate in the School of Management at Xi'an Jiaotong University. His research interests include IT service outsourcing and contract theory, etc. E-mail: zhang.zongming@stu.xjtu.edu.cn      □