

# 国有企业混合所有制改革最优股权策略及其福利效应

## ——基于民营企业隐性知识分享的视角

**摘要：**通过民营企业的知识赋能提升国有企业竞争力是新时期混合所有制改革（以下简称“混改”）的动机之一，但民营企业的知识分享激励与其参股比例密切相关。本文利用混合寡头竞争模型，基于隐性知识分享的视角探究民营企业参与混改的最优股权结构和混改的福利效应。研究发现：激励民营企业分享隐性知识需使其参股比例高于一定阈值，参股比例低于该阈值的混改难以激励民营企业分享知识，“拉郎配”式混改无法提升社会福利。恰好激励隐性知识分享的参股比例为混改的最优股权结构，在该股权结构下，当且仅当国有企业对隐性知识的吸收能力高于特定阈值，且隐性知识价值位于合理区间时，混改才能提升社会福利。进一步考虑显性知识转移、递增边际生产成本、异质产品竞争、国有资本多目标等因素发现，激励隐性知识分享的参股比例阈值结构与混改后社会福利的变化情况保持稳健。同时发现，产业链纵向互补情形下民营企业具有内生知识分享激励，但混改的股权结构将对产业链运行效率和社会福利产生重要影响。最后，本研究还发现，当隐性知识价值为民营企业私有信息时，可通过合宜的合约设计甄别知识价值类型。本文提供了知识经济背景下混改策略选择的理论分析框架，丰富了混合所有制企业理论，对有效推进国有企业混改具有启示意义。

**关键词：**混合所有制改革；股权结构；福利效应；隐性知识；吸收能力

## 0 引言

知识型企业理论表明，价值创造型知识的成功应用是企业保持竞争优势的关键<sup>[1-3]</sup>。实证研究表明，知识资本（Knowledge capital）贡献了企业市场价值的 20%-43%，与实物资本（Physical capital）的贡献度相近<sup>[4]</sup>。可见，知识已成为现代企业价值创造的关键要素。

知识同样是影响企业边界的重要因素<sup>[1,5]</sup>。混合所有制改革既是拓展民营企业边界的重要方式，也是国有企业引入外部知识的重要手段，这可从已有的混改案例略窥一斑。例如，中粮集团的混改实践中，相关负责人就明确表示，“引入战略投资者不仅是引资，同时是引知（智）。中粮集团引入的投资者在技术研发、产业整合等方面具有丰富经验，能够从资本运作、市场竞争等多维度贡献商业智慧”<sup>①</sup>。又如，沱牌舍得集团的混改中，通过民营资本带来的精细化管理思维，

---

<sup>①</sup> 见 <https://mp.weixin.qq.com/s/mroPTYdGjdJQMjE6SVtjiQ>。

帮助其优化了生产流程和业务流程，降低了舍得集团的生产成本<sup>②</sup>。通常而言，民营企业在生产经营和参与市场竞争中积累的业务知识、管理经验、专有技术（Know-how）等大多可归属于隐性知识（Tacit knowledge）范畴。

现实中，企业倾向于将显性知识申请专利以获取法律保护<sup>[7]</sup>，对于隐性知识而言，企业则倾向于保密，因为隐性知识是企业竞争优势的重要来源<sup>[9]</sup>。此外，隐性知识分享通常具备不可缔约性（Non-contractibility）<sup>③</sup>，特别是对于同行业竞争企业间而言<sup>[11-12]</sup>，而股权关联产生的企业边界调整是激励隐性知识分享的重要手段<sup>[5,14]</sup>。因此，吸引民营资本入股拓展其边界，理应成为国有企业获取外部隐性知识的重要方式之一。

在混改实践愈发重视“知识赋能”和创新驱动之际，理论研究却尚未深入分析民营企业的隐性知识对国有企业混改策略的影响。如何设计合理的股权结构激励民营企业分享隐性知识？<sup>④</sup>从社会福利的角度看，针对具有不同价值隐性知识的民营企业和不同知识吸收能力的国有企业，混改策略有何差异？显性知识转移、成本函数特征、市场竞争结构、国有资本多目标、产业链关联等因素将对隐性知识分享激励和混改后社会福利产生何种影响？如何在信息不对称环境中甄别民营企业知识价值类型？对这些问题的回答，对于更高效地推进混改、实现国有企业和民营企业的协同创新发展，具有重要的理论和现实意义。

根据《中国国有企业混合所有制改革年度报告》的数据显示，2020年完成混改的国有企业中，71.99%仍由国有资本绝对控股。鉴于此，本文基于具有交叠持股特征的混合寡头竞争模型，讨论隐性知识分享背景下民营资本参股式混改的最优策略问题，系统分析混改的最优股权结构及其社会福利效应。同时，结合民营企业知识价值及国有企业知识吸收能力差异，厘清参股式混改的“有效边界”，即何种条件下混改可提升社会福利。

研究表明，当且仅当民营企业的参股比例高于一定阈值（股权阈值），其才有激励分享隐性知识提升国有企业效率。给定国有企业吸收能力，该阈值随着民营企业知识价值提高而提高，这意味着当知识价值很高时，仅仅让民营企业参股（比例小于50%）无法激励其分享知识。此时，“拉郎配”式地引入同行业民营企业参与混改难以提升社会福利。当使民营企业参股可以激励其分享知识时，恰好为阈值的参股比例为混改的最优股权结构，此时民营企业恰好具有激励分享知识。在该最优混改股权结构下，相比于混改前社会福利的变化呈现“三阈值”特征：当且仅当国有企业知识吸收能力高于特定阈值，且隐性知识价值也处于上下两个阈值间时，恰好激励知识分享的混改才能提升社会福利。否则，混改难以提

---

<sup>②</sup> 见 <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1604837602518638481&wfr=spider&for=pc>

<sup>③</sup> 这是与显性知识最主要的区别，例如，专利中包含的技术和知识，其转移可被第三方验证，因此是可缔约的。

<sup>④</sup> 股权结构一般指不同股东持股比例及其相互关系，本文指民营股东的参股比例。一旦民营股东的参股比例确定后，国有股东的持股比例也随之确定。

升社会福利。换言之，具有“中等”知识价值的民营企业参股具有较强知识吸收能力的国有企业，社会福利达到最优。因此，“中等”隐性知识价值和较强吸收能力界定了参股式混改的“有效边界”。这种以实现民营企业和国有企业竞合发展（通过参股和知识分享实现“合”）为目标并“因（知）识制宜”的混改策略，符合社会主义市场经济运行的内在要求，有利于实现竞争、创新与福利“三位一体”均衡发展。

在拓展分析中，本文进一步讨论了显性知识转移、递增边际生产成本、异质产品竞争、国有资本多目标等因素的影响，发现激励隐性知识分享的参股比例阈值结构和社会福利变化情况保持稳健。同时，在产业链纵向混改中，民营企业具有内生激励分享隐性知识，但混改的股权结构对于提高产业链运行效率和社会福利至关重要。最后，本文也探究了信息结构对混改的影响。当隐性知识价值为民营企业私有信息时，通过合宜的混改合约设计，可以有效甄别民营企业知识价值类型，从而最大化社会福利。

本文的创新及边际贡献包括以下三个方面：

第一，本文研究参股式混改的最优股权结构，对交叠持股（Overlapping ownership）理论赋予了中国式国有企业混改的时代内涵。现有交叠持股理论多考虑相同性质企业间的股权关联及其经济后果<sup>[12,16-17]</sup>，本文则考虑不同所有制企业间由混改产生的股权关联及其福利效应，并系统考察了不同性质知识、不同成本函数特征、不同市场竞争模式以及不同信息结构等因素的影响，不仅在统一框架下拓展了现有理论的适用范围，也为交叠持股理论的中国化发展提供了思路。

第二，本文从交叠持股的角度发展了混合寡头竞争理论。已有研究基于市场结构、成本差异、研发竞争与专利授权等经济因素探讨其对混合寡头竞争均衡的影响<sup>[18-21]</sup>。但这些文献通常假设竞争主体间不存在股权关联。本文则在隐性知识分享的背景下探究同为竞争主体的国有企业与民营企业在形成交叠持股关系时的混改最优股权结构及其福利效应。此外，本文也在混合寡头的情境下进一步讨论了产业链纵向混改对知识分享激励及产业链运行效率的影响。

第三，本文基于隐性知识分享这一新颖视角，既紧贴当前国有企业混改的实践需求，又在 Holmstrom 和 Roberts<sup>[5]</sup>“知识影响企业边界”思想基础上，讨论了知识价值与吸收能力对混改“边界”的影响，不仅揭示了混合所有制企业理论中被忽视的知识因素在其中的作用，也为国有企业有效推进混改、避免“拉郎配”提供了理论依据。本文认为，应根据民营企业的隐性知识价值和国有企业的知识吸收能力，有针对性地进行混改。适当鼓励异质产品竞争和产业链纵向互补领域内的民营企业和国有企业有序推进混改，并优化混改股权结构，以更好地促进知识分享，实现更优社会福利水平。

本文余下部分的内容安排如下：第一部分为文献述评，第二部分为基准模型

设定，第三部分为基准模型分析，第四部分为拓展分析，第五部分为结论和政策启示。

## 1 文献述评

### 1.1 交叠持股理论

交叠持股（Overlapping ownership）理论关注竞争企业间交叉持股、或者竞争企业间具有共同股东的现象<sup>[17]</sup>。早期研究认为竞争企业间的交叠持股具有反竞争性，从而不利于社会福利<sup>[16,22-23]</sup>，原因在于交叠持股关系使得企业间具有“默示合谋”的特征，从而在产品市场中降低竞争程度。然而，也有一些实证研究发现交叠持股的反竞争性并不显著<sup>[24]</sup>。不仅如此，不少研究开始揭示交叠持股对社会福利的积极作用。例如，缓解知识正外部性造成的研发投入激励不足<sup>[12,17]</sup>。总体而言，现有研究多关注以利润最大化为目标的企业间的交叠持股结构及其经济后果，较少关注不同所有制企业间的交叠持股关系及其福利效应。虽然张伟和于良春<sup>[25]</sup>考虑了不同所有制企业间交叉持股的情形，但未考虑隐性知识分享因素对持股结构的影响。

### 1.2 混合寡头竞争理论

混合寡头竞争理论通常研究民营企业与国有企业（混合所有制企业）竞争的市场均衡与福利效应，并且通常假定竞争主体之间不存在股权关联。Matsumura<sup>[18]</sup>指出，在特定的成本函数下，混合所有制企业的存在有利于社会福利。此后，不少研究在其基础上进一步考虑其他重要经济因素对寡头竞争均衡的影响，例如，市场结构和成本差异<sup>[19]</sup>、研发竞争和专利授权<sup>[20-21]</sup>等，且已有文献对混合企业中国有股占比对竞争均衡的影响也进行过讨论<sup>[21,26]</sup>。但与这些文献不同的是，本文在混合寡头竞争模型中引入了交叠持股特征和**内生的隐性知识分享效应**。Lai 等<sup>[27]</sup>也讨论了隐性知识分享情形下混合寡头竞争中的交叉持股问题，然而并未考虑国有企业知识吸收能力这一重要现实因素的影响，本文发现知识吸收能力将对混改决策及混改后的社会福利产生重大影响。此外，本文也在统一分析框架下进一步讨论了显性知识转移、递增边际生产成本、异质产品竞争、国有资本多目标、产业链关系、信息不对称等现实情境下的混改效果及混改合约设计问题，进一步拓展了现有理论的适用范围。

### 1.3 混改与国有企业竞争力

已有研究指出，国有资本在保留控制权的基础上引入民营资本参股可显著提升国有企业绩效（竞争力）<sup>[28-29]</sup>。其中的机理包括民营股东的股权制衡、混改带来的激励强化效应<sup>[30-32]</sup>。这些研究主要从改善国有企业内部资源配置效率和内部治理体系的视角论述混改对提升国有企业绩效的积极作用。然而，较少研究关注

混改产生的知识赋能效应对于提升国有企业绩效的重要作用。事实上，混改的一个重要目的是实现不同所有制企业间的优势互补<sup>[33]</sup>。国有企业在品牌和资金实力等方面具有优势，而民营企业则在业务运营、成本控制等方面具有丰富的管理经验<sup>[34]</sup>，这有利于进一步提高国有企业的经营绩效和竞争力。根据知识的分类标准，管理经验、专有技术等多属于隐性知识（Tacit knowledge）范畴。与显性知识可编码（Codified）、可验证且易于传播不同，隐性知识通常难以编码（Uncodified）和标准化，且隐性知识分享不易被第三方所验证<sup>[35-36]</sup>。事实上，对于可编码的显性知识，公司倾向于申请专利，而隐性知识则倾向于保密和隐藏，因为隐性知识是企业竞争优势的重要来源。由于隐性知识这些特征，其分享具有一定的不可缔约性（Non-contractibility），而股权关联产生的企业边界调整可以有效激励隐性知识在不同企业间分享<sup>[12,14,37]</sup>。因此，引入民营企业参股是国有企业获取隐性知识的重要方式，但现有研究尚缺乏严谨的理论框架对此进行分析。

#### 1.4 知识吸收能力

企业利用外部知识时，知识吸收能力也是一个不容忽视的重要现实因素。良好的知识吸收能力是企业实现内外部知识协同的关键<sup>[38-39]</sup>。在技术迭代速度较快的行业，例如微电子、制药等行业，企业需不断以外部前沿知识为基础进行增量创新，知识吸收能力对于维持企业竞争优势至关重要<sup>[40-41]</sup>。同时，知识吸收能力对于知识分享的激励也至关重要，一个企业知识吸收能力的不足甚至将影响另一个企业分享知识的积极性<sup>[42-43]</sup>。因此，知识吸收能力也是混改中不容忽视的重要现实因素。

综上所述，在考虑民营企业分享隐性知识以及国有企业知识吸收能力差异的背景下，系统探讨参股式混改的最优股权结构及其福利效应的研究不足。本文通过构建严谨的理论模型，为知识经济背景下混合所有制改革的股权结构设计及其福利效应分析提供了统一研究框架，为更有效率地推进国有企业混合所有制改革提供了理论和实践启示。

## 2 基准模型设定

### 2.1 经济环境

考虑同行业内不同所有制企业公平竞争的情形<sup>⑤</sup>。市场上存在 1 家国有资本（如国资委）控制的企业（记为企业 s）和 1 家民营资本控制的企业（记为企业 p）进行同质产品竞争。国有企业 s 的单位生产成本为  $c_s = c$ ，而民营企业 p 由于

---

<sup>⑤</sup>首先，同行业企业间的混改在现实中并不罕见。例如，国轩高科股份有限公司（民营企业）参股北汽新能源企业公司（国有企业），两家企业的主营业务均涉及新能源汽车，因此在该产品市场中存在竞争关系。又如，中国建材集团有限公司在水泥行业开展的混合所有制改革，也均以同行业竞争企业间的相互持股为主要形式。其次，根据笔者调研经验，目前实践中的混改注重协同效应，而同行业企业由于产品和知识结构的“相似性”更容易产生协同效应<sup>[61]⑧</sup>。因此，研究同行业参股式混改兼具现实和理论意义。在拓展部分，本文也将讨论存在产品差异的垄断竞争以及产业链情形中的混改问题。

其独特的隐性知识而相比于国有企业  $s$  具有更高的生产效率<sup>⑥</sup>，其单位生产成本为  $c_p = c - x$ ， $x > 0$  表示民营企业因其隐性知识产生的生产效率优势。市场逆需求函数参考现有研究设定<sup>[21]</sup>，假设为  $P(Q) = d - Q = d - q_p - q_s$ 。其中， $q_j$  ( $j = s, p$ ) 表示每个企业的产量， $Q$  表示市场总产量， $P(Q)$  表示市场价格。不失一般性，将企业固定生产成本标准化为 0，因此国有企业的生产成本  $C_s(q_s) = c_s q_s$ ，民营企业的生产成本为  $C_p(q_p) = c_p q_p$ 。

在混改中，国有资本决定国有股权转让比例及股权价格<sup>⑦</sup>。具体地，国有资本转让的股份比例为  $\theta$ （民营资本参股比例），其中  $\theta \leq 0.5$ ，即混改后国有资本仍保持控股地位，因此民营企业  $p$  和混合所有制企业  $s$  仍独立生产<sup>⑧</sup>。参与混改的民营股东将经营决策权让渡给国有大股东，但可以对国有企业的经营目标产生影响<sup>[44]</sup>。民营资本向国有资本支付现金  $t$  作为取得该股权的对价。民营资本参股后，进一步考虑是否将隐性知识分享给国有企业以降低其生产成本，这取决于分享知识能否提升民营资本的收益。若分享知识，则国有企业  $s$  的生产成本变为  $c_s = c - \delta x$ 。其中， $\delta$  表示国有企业的知识吸收能力，且  $0 < \delta \leq 1$ 。当  $\delta = 1$  时，即表示国有企业完全吸收民营企业的知识，达成与民营企业同样水平的生产效率。

以  $\pi_p$ 、 $\pi_s$  分别表示民营企业和国有企业的生产利润， $W$  表示社会福利。其中，社会福利在本文中定义为社会剩余，即生产者剩余和消费者剩余之和<sup>⑨</sup>。国有资本以最大化社会福利  $W$  为目标<sup>⑩</sup>。参与混改后，民营资本的收益函数为民营企业  $p$  产生的利润加上参股国有企业享有的股权投资收益，减去支付的对价  $t$ ，即  $\pi_p + \theta\pi_s - t$ 。未混改时，企业  $s$  仅国有资本一个股东，因此其经营目标完全反映国有资本的意愿，即最大化社会福利  $W$ 。混改后，由于民营资本的进入，企业  $s$  具有两个股东，其经营目标同时反映了国有资本和民营资本的意愿，为利润目标和社会福利目标的加权平均<sup>[21,45-46]</sup>，可表示为  $\theta\pi_s + (1 - \theta)W$ ，即混改后国有企业更加重视追求经济利润。民营企业  $p$  则始终以最大化民营资本的收益为目标决定产量，即未参股时以最大化  $\pi_p$  为目标，而参股后以最大化  $\pi_p + \theta\pi_s - t$  为

<sup>⑥</sup> 企业的专有技术、管理经验等隐性知识差异是造成不同企业间生产率差异的重要因素<sup>[10][13][15]</sup>，因此本文假定民营企业因其隐性知识而具有生产效率优势具有现实合理性。

<sup>⑦</sup> 现实中，增资扩股也是混改的一种重要方式，本文的设定一定程度上也适用于增资扩股型混改。例如，假设国有企业原有股份为  $a$  股，若向民营股东扩股  $b$  股后，民营股东持股比例为  $\frac{b}{a+b}$ ，这可视为国有股东向民营股东转让了  $\frac{b}{a+b}$  份额的股份。

<sup>⑧</sup> 由于混合所有制企业仍然是国有股东控股，在不引起混淆的情况下本文将混改后的企业  $s$  仍称为国有企业。

<sup>⑨</sup> 民营资本支付的对价  $t$  不影响社会福利，即生产者剩余决定了“蛋糕”大小， $t$  只是扮演“分蛋糕”的角色，将生产者剩余在国有股东和民营股东间分配。具体地，国有股东的收益为  $(1 - \theta)\pi_s + t$ ，民营股东的收益为  $\pi_p + \theta\pi_s - t$ ，可见二者之和为生产者剩余。

<sup>⑩</sup> 国有资本的目标为社会福利最大化是文献中的常用做法<sup>[15,16,21]</sup>，拓展部分将考虑国有资本具有多重目标的情形。

目标。

## 2.2 博弈时序

本文将混改以及企业间竞争的过程刻画成三阶段动态博弈。第 1 阶段，国有资本提供混改方案  $\{\theta, t\}$ 。其中， $\theta$  为股权转让比例， $t$  为转让股权价格。第 2 阶段，民营资本决定是否接受国有资本提供的混改方案，若不接受，则国有企业和民营企业作为独立主体进行古诺竞争；若接受，则民营资本进一步决定是否分享隐性知识给国有企业以降低其生产成本。第 3 阶段，民营企业  $p$  和国有企业  $s$  进行古诺竞争，根据第 2 阶段民营资本是否决定分享知识，存在两个子博弈——分享知识情形下的古诺竞争（均衡结果以上标 1 指示），即民营企业  $p$  和国有企业  $s$  分别以成本  $c - x$  和  $c - \delta x$  进行产量竞争，以及不分享知识情形下的古诺竞争（均衡结果以上标 0 指示），即民营企业  $p$  以成本  $c - x$ 、国有企业  $s$  以成本  $c$  进行产量竞争。行动时序如图 1 所示。

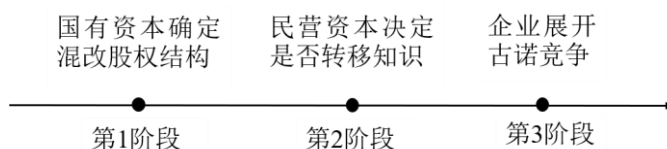


图 1 混改行动时序图

## 2.3 主要假设

记  $e = d - c$ ，其中  $d$  可视为产量趋于 0 时的产品价格，可视为市场最高支付意愿，则  $e$  可视为市场最高支付意愿下国有企业的毛利润。

假设 1:  $e > x$ 。假设 1 保证不混改时国有企业的均衡产量为正。

假设 2:  $c \geq e$ 。假设 2 和假设 1 保证民营企业的生产成本为正，即  $c - x > 0$ 。

根据假设 1，记  $r = \frac{x}{e} \in (0, 1)$ 。由于  $x$  为知识带给民营企业的生产效率优势，而生产效率优势可为企业创造价值，因此  $x$  可视为知识价值， $r$  可视为经  $e$  标准化后的知识价值，在不引起混淆的情况下，下文统一将  $r$  称为知识价值<sup>11</sup>。

## 3 基准模型分析

模型分析采用逆向归纳法。首先，根据古诺竞争确定企业均衡利润和均衡社会福利；其次，民营资本根据分享知识和不分享知识的均衡收益差异决定是否分享知识；最后，国有资本决定最优混改方案。

### 3.1 不混改情形

首先分析不混改时的均衡结果，此时国有企业  $s$ 、民营企业  $p$  展开古诺竞争。

<sup>11</sup> 若  $e > c$ ，则有  $r \in (0, \min\{\frac{c}{e}, 1\}) \subseteq (0, 1)$ ，因此设定假设 2 也是为了保证  $r$  在更大范围内变动，以得到更一般化的结果。

其中，民营企业 p 的利润为  $\pi_p(q_p, q_s) = P(Q)q_p - C_p(q_p)$ ，国有企业 s 的利润为  $\pi_s(q_s, q_p) = p(Q)q_s - C_s(q_s)$ 。

国有企业 s 选择产量  $q_s$  以最大化国有资本的目标——社会福利，即：

$$\max_{q_s} W(q_s, q_p) \quad (1)$$

其中，社会福利为生产者剩余与消费者福利（剩余）之和，即  $W(q_s, q_p) = \pi_p(q_p, q_s) + \pi_s(q_s, q_p) + CS(Q) = dQ - \frac{Q^2}{2} - C_p(q_p) - C_s(q_s)$ 。消费者福利  $CS(Q) = \frac{Q^2}{2}$ 。

民营企业 p 选择产量  $q_p$  以最大化民营资本的收益，即：

$$\max_{q_p} \pi_p(q_p, q_s) \quad (2)$$

求解可得均衡产量为：

$$q_s^N = e - x, \quad q_p^N = x。$$

进一步可得，民营企业 p、国有企业 s 的均衡利润以及均衡社会福利为：

$$\pi_p^N = x^2, \quad \pi_s^N = 0, \quad W^N = \frac{1}{2}e^2 + x^2。$$

为激励民营资本参与混改，国有资本在设计混改方案时应保证混改后民营资本的收益不低于不混改时的水平  $\pi_p^N$ 。同时，一个对社会福利有利的混改方案应使得混改后的社会福利水平不低于  $W^N$ 。

## 3.2 混改情形

### 3.2.1 古诺竞争阶段

混改后，根据第二阶段知识分享与否，存在两个子博弈。定义变量  $k \in \{0,1\}$ ，其中  $k=1$  表示混改后民营企业 p 分享知识的子博弈， $k=0$  表示混改后不分享知识的子博弈。则企业 s 的利润可表示为  $\pi_s(\theta, k, q_s, q_p) = [d - q_s - q_p - (c - k\delta x)]q_s$ ，企业 p 的利润为  $\pi_p(\theta, k, q_p, q_s) = [d - q_p - q_s - (c - x)]q_p$ 。

混改后，国有企业 s 更加重视利润，其经营目标反映了国有股东和民营股东的意愿，为最大化利润和社会福利的加权平均，即：

$$\max_{q_s} F_s(\theta, k, q_s, q_p) = \theta \pi_s(\theta, k, q_s, q_p) + (1 - \theta)W(\theta, k, q_s, q_p) \quad (3)$$

企业 p 选择产量  $q_p$  最大化民营资本的收益，即：

$$\max_{q_p} F_p(\theta, k, q_p, q_s) = \pi_p(\theta, k, q_p, q_s) + \theta\pi_s(\theta, k, q_s, q_p) - t \quad (4)$$

求解可得均衡产量为：

$$q_s^k(\theta) = \frac{P(Q^k(\theta)) - (c - k\delta x)}{\theta} \quad (5)$$

$$q_p^k(\theta) = (1 - k\delta)x \quad (6)$$

由 $q_p^k(\theta) + q_s^k(\theta) = Q^k(\theta)$ 得：

$$Q^k(\theta) = \frac{[f(\theta) + 1]e + [k\delta f(\theta) + 1]x}{f(\theta) + 2} \quad (7)$$

其中， $f(\theta) = \frac{1-\theta}{\theta}$ 。进一步可得， $q_s^k(\theta) = \frac{[e+(2k\delta-1)x][f(\theta)+1]}{f(\theta)+2}$ 。易得， $\frac{dq_s^k(\theta)}{d\theta} = \frac{[e+(2k\delta-1)x]f'(\theta)}{[f(\theta)+2]^2} < 0$ 。因此，无论混改后民营企业是否分享知识，社会总产量均随着参股比例 $\theta$ 提高而下降，这是参股式混改产生的生产协作效应。生产协作效应将降低总产量，这将不利于消费者福利。

### 3.2.2 知识分享阶段

若民营资本接受了国有资本提供的混改方案，则其参股后进一步决定是否分享知识给国有企业<sup>12</sup>。这取决于知识分享能否提升民营资本的均衡收益，而均衡收益又取决于其参股比例，具体地：

在分享知识的子博弈中（ $k=1$ ），民营资本的均衡收益为：

$$F_p^1(\theta, t) = \pi_p^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) + \theta\pi_s^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) - t \quad (8)$$

在不分享知识的子博弈中（ $k=0$ ），民营资本的均衡收益为：

$$F_p^0(\theta, t) = \pi_p^0(q_p^0(\theta), q_s^0(\theta)) + \theta\pi_s^0(q_p^0(\theta), q_s^0(\theta)) - t \quad (9)$$

易得，对任意知识价值 $r$ 与吸收能力 $\delta$ ，无论混改后民营企业是否分享知识（ $k=0$ 或 $k=1$ ），民营资本的均衡收益 $F_p^k(\theta, t)$ 为 $\theta$ 的增函数。这表明，民营资本参股比例越高，两个企业之间的生产协作效应越显著，越有利于提升民营资本的总收益。当参股比例使得 $F_p^1(\theta, t) \geq F_p^0(\theta, t)$ 时，民营企业分享知识可提升民营资本的总收益，因此其有激励将知识分享给国有企业。该不等式称为“知识分享条件”。对于任意知识价值 $r$ 和知识吸收 $\delta$ ，记 $\underline{\theta}(r, \delta) =$

<sup>12</sup> 部分分享知识不会成为民营资本的最优选择。为了说明这一点，假设知识分享程度 $k \in [0, 1]$ ，则可知 $F_p^k = (1 - k\delta)x \frac{e + [(1-k\delta)f(\theta)+1]x}{f(\theta)+2} + \frac{[e+(2k\delta-1)x]^2}{[f(\theta)+2]^2} - t$ ，对于给定的 $e$ 、 $x$ 、 $\delta$ ，易知 $\frac{d^2 F_p^k}{dk^2} > 0$ 。因此， $F_p^k$ 是关于 $k$ 的凸函数（convex function），其最大值不可能在 $k \in (0, 1)$ 取得，而只能在 $k=0$ 或 $k=1$ 处取得。因此，我们只需比较不分享或完全分享两种情形的收益即可。

$\frac{r+1+\sqrt{(r+1)^2+4(2-\delta)[(3\delta-3)r^2+3r]}}{2[(3\delta-3)r+3]}$ ,  $\lambda(\delta) = \frac{1}{13-7\delta}$ 。则有如下定理 1。

**定理 1:** 激励民营企业分享隐性知识需使其参股比例高于股权阈值 $\underline{\theta}(r, \delta)$ ，该股权阈值随着知识价值 $r$ 提高而提高；当知识价值较高时 ( $r > \lambda(\delta)$ )，参股条件下无法激励民营企业分享知识。

定理 1 表明，对于任意知识吸收能力 $\delta$ ，在参股条件下，只有当知识价值不太高时 ( $r \leq \lambda(\delta)$ )，才能通过高于阈值的参股比例激励民营企业分享知识。称 $\lambda(\delta)$ 为给定知识吸收能力时民营企业愿意分享的最高知识价值。其中的经济直觉为，知识价值越高，民营企业“保留”知识以保持竞争优势的动机越强，因此越缺乏激励分享知识。若要激励其分享知识，需要让渡更多股权以提升其参股收益，当知识价值增大到一定程度后，股权比例将触及混改的参股约束，此时在民营资本参股的条件下无法激励其分享高价值知识。此外，由 $\lambda(\delta)$ 是 $\delta$ 的增函数也可知，国有企业吸收能力越弱，民营企业愿意分享的知识价值范围也会收窄。同时，由 $\underline{\theta}(r, \delta)$ 是知识吸收能力 $\delta$ 的减函数可知，国有企业吸收能力越弱，利用知识提高生产效率的能力越弱，此时，只有给予民营资本更高的参股比例，才能使得民营资本从参股中获得更高的收益，从而激励其分享隐性知识。

### 3.2.3 最优混改股权结构

当参股比例低于阈值 $\underline{\theta}(r, \delta)$ ，或者知识价值超过阈值 $\lambda(\delta)$ 时，根据定理 1 可知，混改无法激励隐性知识分享，此时对应于不分享知识子博弈的均衡结果，社会福利为 $W^0(\theta) = eQ^0(\theta) - \frac{1}{2}[Q^0(\theta)]^2 + x^2$ 。易知， $\frac{dW^0(\theta)}{d\theta} < 0$ 。因此，若混改无法激励知识分享，则混改无法提升社会福利。因此，欲使混改实现社会福利提升，则激励民营企业分享知识是必要条件。因此接下来重点讨论混改后能够激励知识分享的情形。

根据定理 1 可知，只有当 $r \leq \lambda(\delta)$ 且 $\underline{\theta}(r, \delta) \leq \theta \leq 0.5$ 时，参股式混改才可激励民营企业分享知识。此时对应于分享知识子博弈的均衡结果，即社会福利 $W^1(\theta) = \pi_s^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) + \pi_p^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) + CS^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta))$ 。在确保民营企业参与混改及分享知识的前提下，混改后社会福利最大化问题可表示为：

$$\max_{\theta, t} W^1(\theta) \quad (10)$$

$$s. t. F_p^1(\theta, t) \geq \pi_p^N \quad (\text{民营资本参与约束})$$

$$\theta \in [\underline{\theta}(r, \delta), 0.5] \quad (\text{激励知识分享的参股区间})$$

其中，民营资本的参与约束要求股权价格不能过高，否则民营资本不愿参与到混

改中，潜在的知识分享和社会福利提升也就无法实现。定义  $\bar{t}(r, \delta) = e^2 \left\{ \frac{(1-\delta)r + (1-\delta)[(1-\delta)f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1]r^2}{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 2} + \frac{[1 + (2\delta - 1)r]^2}{[f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 2]^2} \right\}$  为引导民营资本参与混改的股权价格上限。求解该最优化问题可得定理 2。

**定理 2:** 混改后最大化社会福利的股权结构(民营企业参股比例)为  $\underline{\theta}(r, \delta)$ ，股权价格  $t(r, \delta)$  满足  $t(r, \delta) \leq \bar{t}(r, \delta)$ 。

定理 2 表明，恰好激励知识分享的参股比例为混改的最优股权结构，可使混改后的社会福利最大化。

### 3.2.4 混改福利效应比较

根据前文分析可知，若混改无法激励知识分享，则引入民营企业参股无法提升社会福利，因此本部分只需讨论参股能够激励知识分享情形时混改是否可以提升社会福利。根据定理 1，只有当民营企业知识价值  $r \leq \lambda(\delta)$  时，参股式混改才能激励其分享知识，在最优混改股权结构下，社会福利水平为  $W^1(\underline{\theta}(r, \delta))$ 。因此，当且仅当  $W^1(\underline{\theta}(r, \delta)) \geq W^N(r)$  时，激励知识分享的混改实现的社会福利才不低于不混改时的社会福利  $W^N(r)$ 。我们有如下定理 3。

**定理 3 (混改福利效应“三阈值”特征):** 存在唯一的知识吸收能力阈值  $\underline{\delta}$ ，以及知识价值下阈值  $\underline{r}(\delta)$  和上阈值  $\lambda(\delta)$ ，当且仅当  $\delta \geq \underline{\delta}$  且  $\underline{r}(\delta) \leq r \leq \lambda(\delta)$  时，相较于混改前，激励知识分享的混改能够提升社会福利，即  $W^1(\underline{\theta}(r, \delta)) \geq W^N(r)$ 。否则，混改难以提升社会福利。

定理 3 表明，民营企业知识赋能提升混改后社会福利的必要条件是国有企业具有足够高的知识吸收能力（由附录证明知  $\underline{\delta} \approx 0.587$ ）。其经济直觉为，若没有足够高的知识吸收能力，则一方面民营企业愿意分享的知识价值本身就会比较低（如定理 1 所示）。另一方面，民营企业分享知识后，国有企业也无法很好地利用知识。因此，只有当知识吸收能力足够高（ $\delta > \underline{\delta}$ ），且当知识价值也较高时，激励知识分享的混改才能提升社会福利。图 2 直观展示了定理 3。在图 2 中，每条垂直的虚线代表民营企业愿意分享的最高知识价值（即上阈值  $\lambda(\delta)$ ）。从图 2 可看出，当  $\delta$  低于阈值  $\underline{\delta}$  时，在可激励分享的知识范围内，混改均无法提升社会福利。只有当  $\delta \geq \underline{\delta}$  时，位于上下阈值间的知识价值（ $\underline{r}(\delta) \leq r \leq \lambda(\delta)$ ）才可提升社会福利。其中， $\underline{r}(\delta)$  满足  $W^1(\underline{\theta}(\underline{r}(\delta), \delta)) = W^N(\underline{r}(\delta))$ 。从图 2 也可看出， $\delta$  越大，更低的知

识价值即可实现社会福利提升。其中的直觉为，吸收能力越强使得国有企业能够更好地利用知识降低生产成本，从而提升社会福利。

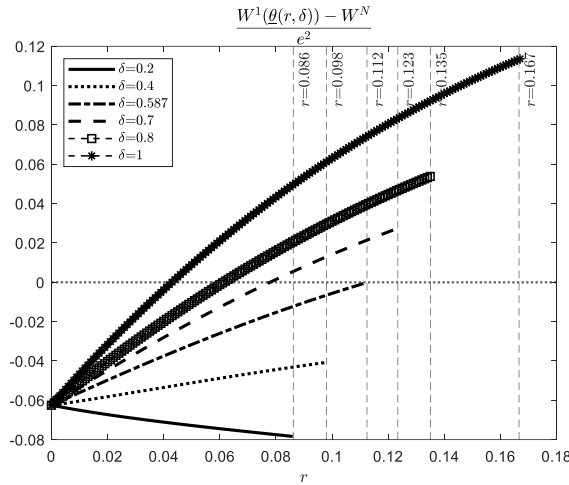


图2 社会福利变化

在最优混改股权结构下，消费者福利为  $CS^1(\underline{\theta}(r, \delta)) = \frac{1}{2}[Q^1(\underline{\theta}(r, \delta))]^2$ ，混改前的消费者福利  $CS^N = \frac{1}{2}e^2$ ，易知  $CS^1(\underline{\theta}(r, \delta)) < CS^N$ ，即激励知识分享的混改难以提升消费者福利。图3直观呈现了混改后消费者福利随着知识价值  $r$  和知识吸收能力  $\delta$  的变化趋势。可以看出，虽然混改后消费者福利将下降，但不同的知识吸收能力对消费者福利的影响程度不同。当知识吸收能力很低时（如  $\delta = 0.2$ ），随着  $r$  增加，混改后消费者福利下降的幅度反而更大。其中的直觉为， $r$  越大，激励知识分享需要转让的股权比例也越高，但由于国有企业知识吸收能力弱而难以有效利用知识，生产协作效应对消费者福利造成的负面作用远超于知识分享的正面作用，造成消费者福利下降幅度更大。只有当知识吸收能力较高，国有企业能够有效利用知识时，随着知识价值  $r$  的提升，消费者福利的下降幅度才减少。

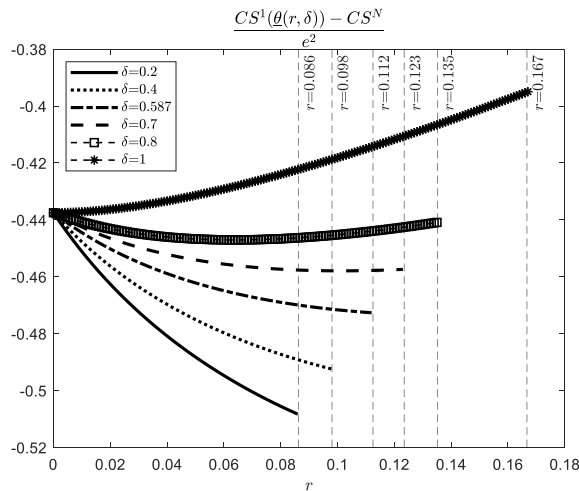


图3 消费者福利变化

值得一提的是，消费者福利的降低可以通过“转移支付”的方式进行弥补，

实现帕累托改进。具体地：在混改后社会福利提升的情况下，可知有民营企业利润增加与国有企业利润增加之和大于消费者福利减少，即  $\pi_p^1 - \pi_p^N + \pi_s^1 - \pi_s^N > CS^N - CS^1$ 。同时，通过最大化股权价格  $t$  可以将民营资本通过混改增加的利润全部“抽走”，即  $t = \pi_p^1 + \theta\pi_s^1 - \pi_p^N$ 。此时， $t + (1 - \theta)(\pi_s^1 - \pi_s^N) > CS^N - CS^1$ 。因此，通过将  $t$  以及国有企业增加的部分利润“转移支付”给消费者，能够弥补其福利的减少，实现帕累托改进<sup>13</sup>。

总体而言，若以社会福利为标准辩证地看待混改，只有当知识吸收能力超过阈值  $\delta$ ，且当知识价值处于合理范围内（即  $\underline{r}(\delta) \leq r \leq \lambda(\delta)$ ），混改才是最优的，否则保持国有企业和民营企业作为独立竞争主体（不混改）更有利于社会福利。值得注意的是，知识价值较高和较低时不混改更优的原因并不相同。知识价值太低时不混改更有利于社会福利是因为，此时混改虽然能够激励知识分享，一定程度上提升国有企业的经营效率，但企业利润的提升无法弥补消费者福利的下降，造成社会福利损失。而知识价值太高时不混改更优是因为在参股的情况下混改无法激励知识分享而造成社会福利下降，而非高价值知识本身引起了社会福利下降。

当知识吸收能力超过阈值  $\delta$  时，可画出混改后的最优参股比例及相应的股权价格示意图（以  $\delta = 0.8$  和  $\delta = 1$  为例），如图 4 和图 5 所示。图 4 显示了最优参股比例的示意图（参股比例为 0 及表示不混改对社会福利更优）。值得一提的是，虽然使得混改更优的知识价值  $r$  所处的区间较窄，但我们并不能据此断言现实中的混改多数是低效率的。原因在于，现实中的混改不仅包括同行业企业间的混改，还包括产业链上下游企业间的混改，在拓展分析部分我们也将对此进行分析。

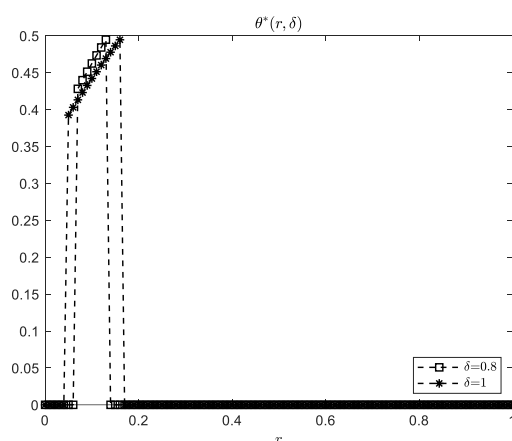


图 4 对社会福利最优的混改股权结构

<sup>13</sup> 需要注意的是，“转移支付”不能改变消费者的产品需求函数，否则分析将变得复杂。

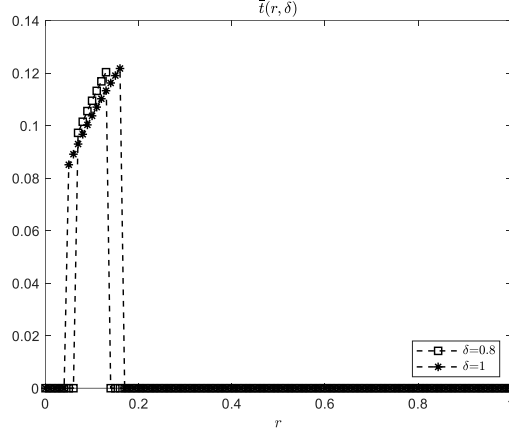


图 5 混改股权价格上限

图 5 显示股权价格上限 $\bar{t}(r, \delta)$ 随着知识价值  $r$  和吸收能力 $\delta$ 的变化情况。可以看出，知识价值越高，混改的股权价格越高。这是因为，知识价值越高，混改越有利于国有企业提升利润，民营资本从国有企业中享有的参股收益也越高，相应地，国有资本可以对转让的股权制定更高的价格。同时，对于给定的知识价值，当知识吸收能力更弱时，股权价格也更高。这是因为，当吸收能力更弱时，如定理 1 所示，激励相同知识价值分享需要转让更高的股权，因此参股式混改带来的生产协作效应更显著，民营资本可以从混改中获取更高的收益，相应地，国有资本也可为转让的股权制定更高的价格。

## 4 拓展分析

基于基准模型的分析框架，本节将分别放松特定假设，考虑更一般化和更贴近现实的情形，以验证基本结论的稳健性。具体而言，本节将依次考虑显性知识转移、递增边际生产成本、异质产品竞争、国有资本多目标、产业链纵向关系以及非对称信息结构对混改的影响。

### 4.1 考虑显性知识的影响

实践中，混改往往还伴随着显性知识的转移（如专利技术转移）。本节假设显性知识和隐性知识共同影响了民营企业的生产效率，即 $\mathbf{x} = \mathbf{x}_1 + \mathbf{x}_2$ 。其中， $\mathbf{x}_1$ 代表显性知识的价值，在混改时可以直接转移； $\mathbf{x}_2$ 表示隐性知识价值，由于其分享的不可缔约性，需要合理的股权结构进行激励。令 $r_1 = \frac{x_1}{e}$ ， $r_2 = \frac{x_2}{e}$ ，且 $0 < r_1 + r_2 < 1$ 。定义 $\Delta = [(14\delta - 16)r_1 + 1]^2 - 4(7\delta - 13)(3\delta - 3)r_1^2$ ， $A(r_1, r_2, \delta) = (3\delta - 3)r_2^2 + [(6\delta - 2)r_1 + 3]r_2 - (\delta - 1)r_1^2$ ， $B(r_1, r_2, \delta) = -r_2(r_1 + r_2 + 1)$ ， $C(r_1, r_2, \delta) = (r_1 + r_2)[(\delta - 2)(r_1 + r_2) + r_1]$ 。我们有如下定理 4。

**定理 4:** 当 $r_1 > \frac{1}{2\sqrt{(7\delta-13)(3\delta-3)-(14\delta-16)}}$ 时，参股情形下任意股权结构均无法

激励民营企业分享隐性知识；当  $r_1 \leq \frac{1}{2\sqrt{(7\delta-13)(3\delta-3)}-(14\delta-16)}$  且当  $\frac{-[(14\delta-16)r_1+1]+\sqrt{\Delta}}{2(7\delta-13)} < r_2 \leq \frac{-[(14\delta-16)r_1+1]-\sqrt{\Delta}}{2(7\delta-13)}$  时，给予民营企业超过阈值  $\theta(r_1, r_2, \delta) = \frac{-B(r_1, r_2, \delta) + \sqrt{[B(r_1, r_2, \delta)]^2 - 4A(r_1, r_2, \delta)C(r_1, r_2, \delta)}}{2A(r_1, r_2, \delta)}$  的股权比例才能激励其分享隐性知识。

定理 4 的经济直觉为，当显性知识价值较高时，隐性知识分享带来的参股增量收益有限，反而容易使民营企业丧失竞争优势，因此其倾向于保留隐性知识。只有当显性知识不太高、且隐性知识位于“中等”区间时<sup>14</sup>，给予其足够的股权才能激励其分享隐性知识。例如，当  $\delta = 1$  时，可知当且仅当  $r_1 \leq \frac{1}{2}$  且  $0 < r_2 \leq \frac{1-2r_1}{6}$  时，给予民营企业超过阈值的股权才能激励其分享隐性知识。注意到当  $\delta = 1$  时基准模型中可以激励分享的最高隐性知识价值为  $\frac{1}{6} > \frac{1-2r_1}{6}$ ，因此显性知识的存在一定程度上“缩窄”了可以激励分享的隐性知识范围。

与基准模型类似，可知  $\frac{dW^1(\theta)}{d\theta} < 0$ 。因此，混改后最优股权结构一定在恰好激励隐性知识分享的参股比例阈值处取得。在该最优股权结构处，社会福利的变化如图 6 所示。可以看出，与基准模型类似，当知识吸收能力较低时，激励隐性知识分享的混改无法提升社会福利。当知识吸收能力较高时，隐性知识价值超过一定阈值时混改可以提升社会福利。与基准模型不同的是，当知识吸收能力足够高时（如  $\delta \geq 0.9$ ），激励隐性知识分享的混改总是能够提升社会福利。此外，由  $\lim_{\theta \rightarrow 0} W^0(\theta) = W^N + \frac{3}{2}\delta^2 x_1^2 + \delta x_1(e - 2x)$  可知，当  $r_1 < \frac{1-2r_2}{2-\frac{2}{\delta}}$  时，即使混改后不分享隐性知识，社会福利也可能提升。总体而言，显性知识的存在提高了混改提升社会福利的可能性。

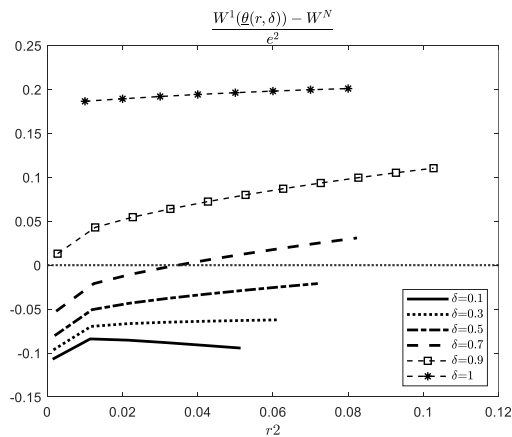


图 6 考虑显性知识时混改后社会福利变化

<sup>14</sup> 当显性知识价值  $r_1 = 0$  时，即退化为基准模型的情形，即  $0 < r_2 \leq \frac{1}{13-7\delta}$  时，才能激励民营企业分享隐性知识。

## 4.2 考虑递增边际成本函数

现实中，递增边际成本可能是混改的重要动因。本节探讨企业生产成本为边际递增函数时混改策略的变化。假设民营企业成本函数为 $C_p(q)$ ，未混改时国有企业的成本函数为 $C_s(q)$ ，混改后若分享隐性知识，则国有企业的生产成本变为 $C_{p1}(q)$ 。各成本函数满足：（1） $C_p(q) \leq C_{p1}(q) < C_s(q)$ ；（2） $0 < C_p'(q) \leq C_{p1}'(q) < C_s'(q)$ ；（3） $0 < C_p''(q) \leq C_{p1}''(q) < C_s''(q)$ 。在该一般性递增边际成本函数设定下，与基准模型类似，可知社会福利 $W^0(\theta)$ 随着参股比例 $\theta$ 提高而下降。因此，在一般性递增成本函数结构下，若混改后无法实现隐性知识分享，则社会福利将下降。同时，由于 $W^1(\theta)$ 也随着 $\theta$ 递减，因此恰好激励知识分享的最小参股比例即对应混改后的最优股权结构。

由于在一般性成本函数情形下知识分享条件难以刻画，我们采用常见的二次成本函数对此进行直观说明。具体地，设定民营企业的生产成本为 $C_p(q) = \frac{(c-x)q^2}{2}$ ，未混改前国有企业生产成本为 $C_s(q) = \frac{cq^2}{2}$ ，混改后若分享隐性知识，则国有企业的生产成本变为 $C_{p1}(q) = \frac{(c-\delta x)q^2}{2}$ 。在该设定下，知识分享条件 $F_p^1(\theta, t) - F_p^0(\theta, t)$ 如图 7 所示<sup>15</sup>。可见，在二次成本函数设定下，对于不同的知识吸收能力，激励知识分享的股权阈值结构依然成立。当知识价值较高时，参股式混改无法激励知识分享（ $F_p^1(\theta, t) - F_p^0(\theta, t) < 0$ ）。当知识价值适中时，给予民营资本超过股权阈值的参股比例才可激励其分享隐性知识。

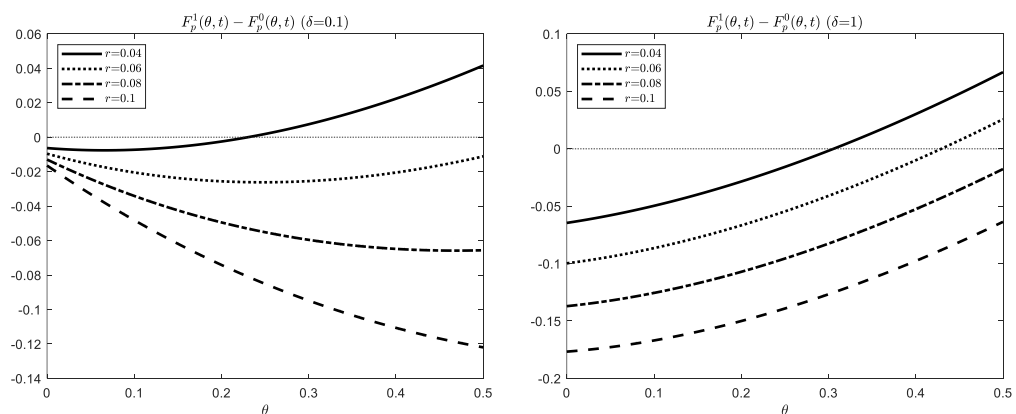


图 7 二次成本函数下的知识分享条件

在二次成本函数的设定下，采用最优股权结构的混改相比于未混改时社会福

<sup>15</sup> 即使在二次成本函数设定下，知识分享条件依然具有较高的计算复杂度，难以有简洁的解析解，因此图 7 呈现了参数赋值后数值模拟的结果。具体地，设定 $d = 10$ ， $c = 5$ ，同时 $x$ 取 4 个值 0.2、0.3、0.4、0.5，从而知识价值 $r = \frac{x}{d-c}$ 分别为 0.04、0.06、0.08、0.1。

利变化如图 8 所示。可以看出，与基准模型类似，当知识吸收能力较低时（ $\delta = 0.1$ ），激励知识分享的混改也难以提升社会福利。当知识吸收能力较高时（ $\delta = 1$ ），激励知识分享的混改才可能提升社会福利<sup>16</sup>。与基准模型所不同的是，当知识吸收能力较高时，即使知识价值较低，激励知识分享的混改也能提升社会福利（基准模型中当  $r=0.04$  时，知识吸收能力较高时也难以提升社会福利）。这表明，当边际生产成本递增时，知识分享对生产效率提升产生的作用也将被“放大”，使得更低的知识价值即可实现社会福利提升。

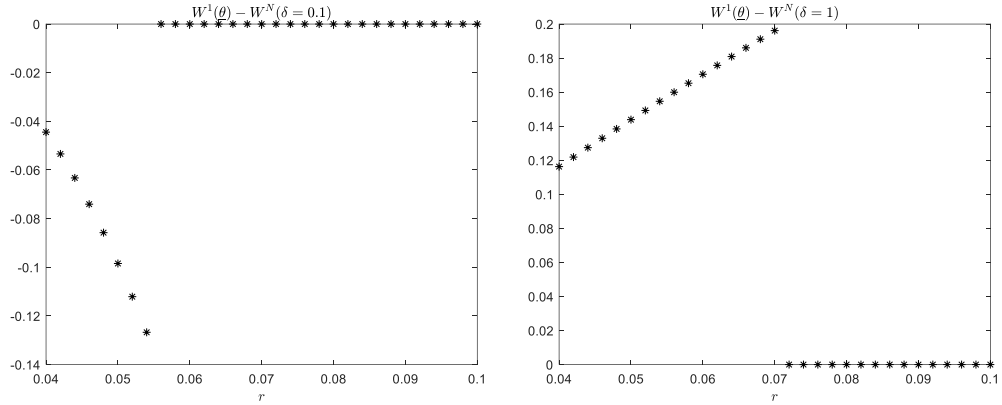


图 8 二次成本函数情形混改后社会福利变化

### 4.3 考虑异质产品竞争

现实中，国有企业和民营企业可能进行异质产品竞争。对此，参考 Singh and Vives(1984)<sup>[47]</sup>、Hackner(2000)<sup>[48]</sup>关于异质产品竞争的设定，假设一个代表性消费者最大化其消费者福利  $CS(q_p, q_s) = U(q_p, q_s) - q_p p_p - q_s p_s$ 。其中， $U(q_p, q_s) = d(q_p + q_s) - \frac{1}{2}(q_p^2 + q_s^2 + 2\beta q_p q_s)$  表示其效用函数， $q_j$  和  $p_j$  ( $j = p, s$ ) 分别表示产量和价格。参数  $\beta \in [0, 1]$  衡量产品之间的差异程度。若  $\beta = 0$ ，则每个企业在各自的产品市场具有垄断势力； $\beta = 1$ ，则不同产品之间具有完全替代性，此时退化到同质化产品竞争问题。更一般的情形是  $\beta \in (0, 1)$ ，即垄断竞争。在该设定下，记  $\tilde{A}(\beta, \delta, r) = [(4 - \beta^2)\delta + \beta^3 - 4\beta]r^2 + (\beta^3 - 2\beta^2 - 4\beta + 8)r$ ， $\tilde{B}(\beta, \delta, r) = (\beta^3 - 2\beta)r^2 + (\beta^3 - 2\beta)r$ ， $\tilde{C}(\beta, \delta, r) = (\beta^2\delta - 2\beta)r^2 + 2(\beta^2 - \beta)r$ ， $\underline{\theta}(\beta, \delta, r) = \frac{-\tilde{B}(\beta, \delta, r) + \sqrt{[\tilde{B}(\beta, \delta, r)]^2 - 4\tilde{A}(\beta, \delta, r)\tilde{C}(\beta, \delta, r)}}{2\tilde{A}(\beta, \delta, r)}$ ， $l(\beta) = 3\beta^3 + 3\delta\beta^2 - 16\beta + 4\delta$ ， $J(\beta) = 16\beta - 6\beta^2 - 3\beta^3 - 8$ 。则有如下定理 5。

**定理 5:** 对于任一吸收能力  $\delta$ ，存在唯一的  $\underline{\beta}(\delta)$ ，当产品差异程度较大即  $\beta \in$

<sup>16</sup> 位于  $y = 0$  线上的点即对应不混改的情形。在该知识价值情形下，参股式混改难以激励知识分享，此时不混改对社会福利更优。

$[0, \underline{\beta}(\delta)]$ 时，对于任意知识价值  $r \in (0, 1)$ ，总可以通过使民营企业参股比例高于股权阈值  $\underline{\theta}(\beta, \delta, r)$  激励其分享知识。当产品差异程度较小即  $\beta \in (\underline{\beta}(\delta), 1)$  时，只有当知识价值  $r \leq \bar{r} = \min\left\{\frac{l(\beta)}{i(\beta)}, 1\right\}$  时，才可通过使民营企业参股比例高于股权阈值  $\underline{\theta}(\beta, \delta, r)$  激励其分享知识；当  $r > \bar{r}$  时，参股条件下无法激励民营企业分享知识。

定理 5 表明，当国有企业和民营企业产品差异程度较大时，两个企业的竞争程度较低，因此民营企业分享隐性知识并不会降低自身竞争优势，反而可以提高参股获得的收益，因此有更强的激励分享隐性知识。当产品差异程度较小时，竞争程度提高，此时与基准模型类似，只有当知识价值不超过特定阈值时，民营企业才有激励分享知识，且分享知识需使其参股比例高于一定阈值。对于采用最优股权结构混改后社会福利的变化，如图 9 所示。

从图 9 可以看出，对于给定的吸收能力  $\delta$ ，产品差异程度越大，混改后社会福利越容易提升。其经济直觉为，产品差异越大，竞争越小，混改后的生产协作效应对消费者福利的降低越小，社会福利越容易提升。当产品差异程度较小且吸收能力较弱时，与基准模型类似，激励知识分享的混改也难以提升社会福利。

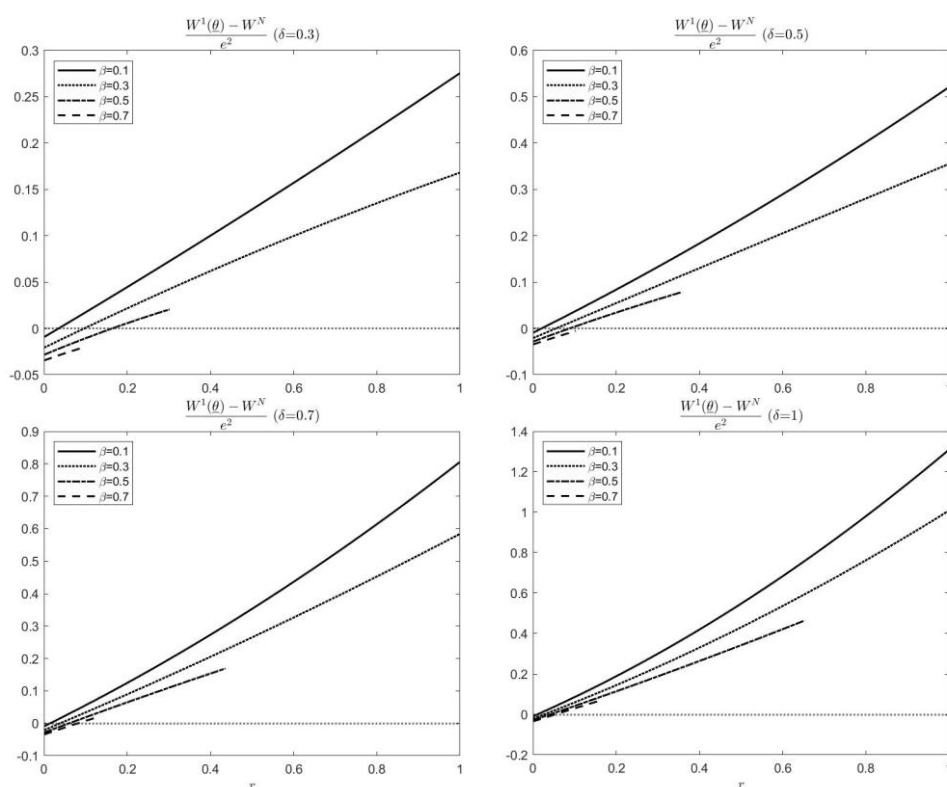


图 9 差异化产品竞争混改后社会福利变化

#### 4.4 考虑国有资本的多重目标

现实中，鉴于地方财政因素，国有资本可能同时具有社会福利和自身收益双

重目标。为简化分析又不失一般性，假设两个目标的权重相同并将之标准化为 1。其中，社会福利为  $W(q_p, q_s)$ ，国有资本的收益为  $(1 - \theta)\pi_s + t$ 。混改后国有企业的目标为国有资本和民营资本目标的加权平均，即  $\theta\pi_s(q_s, q_p) + (1 - \theta)[W(q_p, q_s) + (1 - \theta)\pi_s(q_s, q_p) + t]$ 。在该设定下，可知均衡产量为：

$$Q^k(\theta) = \frac{[n(\theta) + 1]e + [k\delta n(\theta) + 1]x}{n(\theta) + 2} \quad (11)$$

其中， $n(\theta) = (1 - \theta) \left[ \frac{1 - \theta}{(1 - \theta)^2 + \theta} + 1 \right]$ ，且  $n'(\theta) < 0$ 。可以看出，(11) 式与基准模型中的 (7) 式结构一致。进一步地，知识分享条件  $F_p^1(\theta, t) \geq F_p^0(\theta, t)$  等价于：

$$v(\theta) = \frac{\theta n(\theta) + 4\theta - 2}{(4 - 4\delta)\theta - [(\delta - 2) - (1 - \delta)\theta]n(\theta) + 2} \geq r \quad (12)$$

易知，在  $\theta \in [0, \frac{1}{2}]$  内  $v(\theta)$  的最大值一定在  $\theta = \frac{1}{2}$  处取得。由  $v(\frac{1}{2}) = \frac{5}{73 - 39\delta}$  可知，当  $r > \frac{5}{73 - 39\delta}$ ，参股式混改无法激励隐性知识分享。只有当  $r \leq \frac{5}{73 - 39\delta}$  时，给予民营

资本超过阈值  $\underline{\theta}$  的股权，才能激励其分享隐性知识。其中， $\underline{\theta}$  满足  $v(\underline{\theta}) = r$ 。因此，激励知识分享的阈值结构保持稳健。类似地，有  $\frac{dW^0(\theta)}{d\theta} < 0$  和  $\lim_{\theta \rightarrow 0} W^0(\theta) = W^N$ ，以及  $\frac{dW^1(\theta)}{d\theta} < 0$ 。因此，无法激励知识分享的混改难以提升社会福利，最大化混改后社会福利的股权结构一定在阈值  $\underline{\theta}$  取得。在该股权结构处，社会福利的变化

如图 10 所示。可以看出，与基准模型类型，当知识吸收能力较低时，激励知识分享的混改无法提升社会福利。只有当知识吸收能力较高且知识价值超过一定阈值时，激励知识分享的混改才可能提升社会福利。

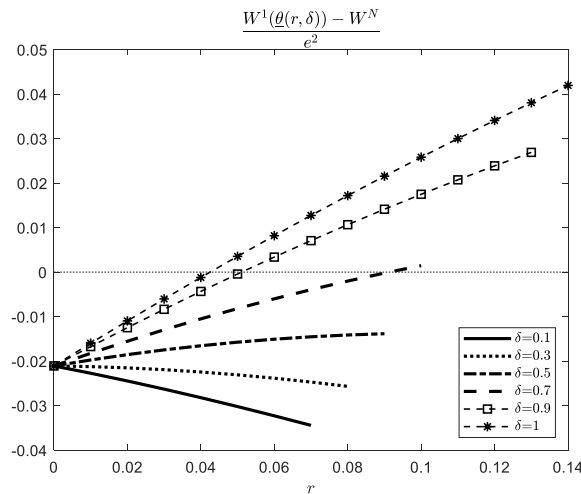


图 10 国有资本多目标情形混改后社会福利变化

#### 4.5 考虑产业链纵向关系

现实中，国有企业多位于产业链上游，民营企业多位于产业链下游（任晓猛等，2022<sup>[49]</sup>）。为了探究产业链上下游关系对混改的影响，本节考虑上游国有企业为下游民营企业提供中间品，下游民营企业利用中间品生产最终品的场景。同时，国有企业决定中间产品价格 $i$ ，民营企业决定最终产品价格 $p$ 。假设1单位最终品需要1单位中间品投入。民营企业的目标为最大化利润，国有企业的目标为最大化社会福利。下游最终产品的市场需求函数为 $Q(p) = d - p$ 。因此，民营企业的利润为 $\pi_p(p) = [p - (c - x) - i]Q(p)$ ，国有企业的利润为 $\pi_s(i, p) = [i - c]Q(p)$ ，消费者福利为 $CS(p) = \frac{[Q(p)]^2}{2}$ ，社会福利为 $W(p) = [p - (2c - x)]Q(p) + \frac{[Q(p)]^2}{2}$ 。民营企业决定最终品价格的一阶条件为：

$$\frac{\partial \pi_p(p)}{\partial p} = d + c - x + i - 2p = 0 \quad (13)$$

因此，最优品的定价规则为 $p(i) = \frac{d+c-x+i}{2}$ ，易知 $\frac{\partial p(i)}{\partial i} > 0$ 。将 $p(i)$ 代入社会福利表达式，并将社会福利对 $i$ 求导可知：

$$\frac{\partial W(p(i))}{\partial i} = [p - (2c - x)]Q'(p) \frac{\partial p(i)}{\partial i} < 0 \quad (14)$$

因此，以社会福利最大化为目标的国有企业会将中间品价格定为边际成本 $c$ 。同时，由于 $\frac{\partial \pi_p(p(i))}{\partial i} = [p - (c - x) - i]Q'(p)p'(i) - Q(p) < 0$ 。由此可见，即使是未混改时，若下游民营企业的隐性知识能够帮助国有企业降低边际生产成本时，其一定会将隐性知识分享给国有企业，从而享受更低的中间品价格，进而获取更大利润。混改后，分享知识降低国有企业的生产成本依旧有利于提高民营资本收益，但由于此时国有企业具有利润目标，因此中间品价格可高于边际生产成本。具体而言，当 $\theta > 2 - \sqrt{3}$ 时，国有企业会将中间投入品的价格定为高于边际生产成本 $c - \delta x$ 。当 $\theta \leq 2 - \sqrt{3}$ 时，国有企业会选择将中间品价格定为边际生产成本 $c - \delta x$ 。

由于 $\frac{\partial W(p(i))}{\partial i} < 0$ ，更低的中间投入品价格更有利于社会福利。因此，为了避免中间投入品价格被定在边际生产成本以上，民营资本的参股比例 $\theta$ 不应超过 $2 - \sqrt{3}$ 。低于 $2 - \sqrt{3}$ 的参股比例既有利于民营企业分享知识降低国有企业边际生产成本，又有利于国有企业将中间品价格定在边际成本从而实现最优社会福利。

综上所述，无论国有企业知识吸收能力高低，在产业链纵向互补关系中，无论是否混改，民营企业总是有内生激励分享知识降低国有企业的边际生产成本，但混改后过高的参股比例会提升中间品价格而降低社会福利。因此，在纵向产业

链结构中，虽然不存在激励知识分享的股权阈值结构特征，但合理的混改股权结构设计对于避免产业链定价“扭曲”、提升产业链运行效率和社会福利至关重要。

#### 4.6 隐性知识价值为私有信息

现实中，隐性知识价值可能为民营企业的私有信息。此时，是否可通过合宜的合约设计甄别企业的知识价值类型并实现最优社会福利？根据基准模型分析可知，针对给定的知识价值和知识吸收能力，可最大化混改后社会福利的股权结构是唯一确定的，即 $\underline{\theta}(r, \delta)$ 。本小节将考虑如何设计包含股权比例和股权价格的混改合约，引导企业基于自身真实类型选择相应合约，实现对应的最优社会福利。

对应于最大化社会福利的股权结构关于知识价值的变化特征，本节考虑三种知识类型——低价值类型（ $r_l$ ）、中等价值类型（ $r_m$ ）和高价值类型（ $r_h$ ），满足 $r_l < r_m < r_h$ （以下简称为低类型、中类型和高类型）。其中，中类型对应于位于上下阈值间的知识价值范围，如图 11 所示。具体地， $r_m$ 的区间为 $[\underline{r}(\delta), \lambda(\delta)]$ 。

相应地， $r_l$ 的区间为 $(0, \underline{r}(\delta))$ ， $r_h$ 的区间为 $(\lambda(\delta), 1)$ 。

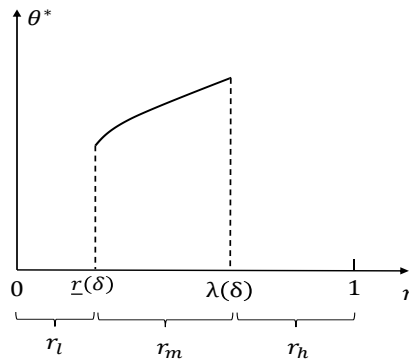


图 11 知识价值类型示意图

定义 $c_0 = (0,0)$ 表示不混改合约， $c_m = (\underline{\theta}(r_m), t(r_m))$ 表示恰好激励中类型分享知识的混改合约。考虑合约组合 $\{c_0, c_m\}$ ，若低类型和高类型选择 $c_0$ ，中类型选择 $c_m$ ，则该合约组合可引导企业基于自身真实类型选择相应合约，实现对应的最优社会福利。

令 $F_p^1(\theta(\hat{r}), t(\hat{r}); r)$ 表示真实类型为 $r$ 的企业接受针对 $\hat{r}$ 类型的合约 $(\theta(\hat{r}), t(\hat{r}))$ 并分享知识时民营资本的收益， $F_p^0(\theta(\hat{r}), t(\hat{r}); r)$ 表示真实类型为 $r$ 的企业接受针对 $\hat{r}$ 类型的合约 $(\theta(\hat{r}), t(\hat{r}))$ 但不分享知识时民营资本的收益<sup>17</sup>。合约组合 $\{c_0, c_m\}$ 需满足如下激励相容条件：

- (1) 低类型和中类型的激励相容：

<sup>17</sup>  $\hat{r} = r$ 即表示类型为 $r$ 的企业接受了对其最优的合约。

$$\pi_p^N(r_l) \geq F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_l) \quad (15)$$

$$F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) \geq \pi_p^N(r_m) \quad (16)$$

(2) 中类型和高类型的激励相容:

$$F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) = F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) \geq \pi_p^N(r_m) \quad (17)$$

$$\pi_p^N(r_h) \geq F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_h) \quad (18)$$

同时, 为使中类型具有激励参与混改, 需满足该类型的个体理性约束:

$$F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) \geq \pi_p^N(r_m) \quad (19)$$

记  $a(r_m) = \frac{(1-\delta)[(1-\delta)f(\underline{\theta}(r_m))+1]}{f(\underline{\theta}(r_m))+2} + \frac{(2\delta-1)^2}{[f(\underline{\theta}(r_m))+2]^2}$ ,  $b(r_m) = \frac{1-\delta}{f(\underline{\theta}(r_m))+2} + \frac{2(2\delta-1)}{[f(\underline{\theta}(r_m))+2]^2}$ ,  $\hat{r}_h(r_m) = 1 - \underline{\theta}(r_m) - r_m$ ,  $\hat{r}_l(r_m) = \frac{b(r_m)}{1-a(r_m)} - r_m$ , 则有定理 6。

**定理 6:** 对任意  $r_m \in [\underline{r}(\delta), \lambda(\delta)]$ , 合约组合  $\{c_0, c_m\}$  满足激励相容的充分必要条件为:  $t(r_m) = \bar{t}(r_m)$ , 同时有  $r_l \leq \hat{r}_l(r_m)$  和  $r_h \geq \hat{r}_h(r_m)$  成立。

定理 6 表明, 给定  $r_m$ , 当针对中类型的股权价格取其上限  $\bar{t}(r_m)$ , 且中类型与低类型(高类型)的差异足够大时, 可通过合约组合  $\{c_0, c_m\}$  甄别出企业的真实类型。低类型模仿中类型的动机在于获取参股后生产协作效应带来的收益提升, 当股权价格取上限时, 能够最大限度地“抽取”低类型的模仿收益, 降低其模仿激励<sup>18</sup>。因此, 当低类型  $r_l$  较低时, 模仿中类型需付出较高的成本, 此时低类型企业缺乏激励模仿。而当  $r_h$  较高时, 高类型企业即使不模仿中类型其收益  $\pi_p^N(r_h)$  也较高, 从而使得激励相容条件  $\pi_p^N(r_h) \geq F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_h)$  成立。特别地, 当  $\delta = 1$  时, 可知有  $r_l \leq \hat{r}_l(r_m)$  恒成立, 此时低类型一定不会模仿中类型。因此, 较高的知识吸收能力能够降低混改合约设计的难度。

当  $r_l > \hat{r}_l(r_m)$  和  $r_h < \hat{r}_h(r_m)$  时, 不同类型之间的差距不显著, 激励相容条件难以自然成立, 合约组合  $\{c_0, c_m\}$  无法有效甄别企业类型。此时, 高类型和低类型都将选择  $c_m$  而非  $c_0$ , 为避免高类型和低类型模仿中类型参与混改而造成社会福利损失, 需给予高类型和低类型适量“补贴”, 以引导高类型和低类型放弃选择针对中类型的合约。该“补贴”可视为信息租金。其中, 给予高类型的最低“补贴”

<sup>18</sup> 所谓模仿, 指的企业选择针对非自身真实类型的合约。

额度为  $\tau(r_m, r_h) = F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_h) - \pi_p^N(r_h)$ ，给予低类型的最低补贴额度为  $\tau(r_m, r_l) = F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_l) - \pi_p^N(r_l)$ 。为避免低类型和高类型相互模仿，“补贴”额度应为  $\tau = \max\{\tau(r_m, r_h), \tau(r_m, r_l)\}$ 。相应地，合约组合  $\{(0, -\tau), (\underline{\theta}(r_m), \bar{t}(r_m))\}$  可使得低类型与高类型选择  $(0, -\tau)$ ，而中类型选择  $(\underline{\theta}(r_m), \bar{t}(r_m))$ 。由于社会福利水平仅与股权结构有关，与国有企业和民营企业之间的股权价格支付无关，该合约组合可实现最优社会福利水平。实践中，通过补贴民营企业以甄别其类型可能不具有可操作性，此时需考虑设计次优股权结构，相应分析将异常复杂，已超出本文考虑范围，留待未来研究。

综上所述，当不同类型之间的差异足够显著时，合约组合  $\{c_0, c_m\}$  可有效甄别企业的知识价值类型。当高类型和中类型的差异较不显著时，高类型有激励模仿中类型参与混改，但混改后却缺乏激励分享知识，造成社会福利下降。当低类型和中类型的差异较不显著时，低类型有激励模仿中类型参与混改，参与混改后虽然愿意分享知识，但由于知识价值较低，同样会造成社会福利下降。此时，为避免高类型和低类型模仿中类型，实现最优社会福利水平，需额外付出一定额度的信息租金。基准模型不存在信息非对称时，股权价格的设定具有更高的自由度（满足民营资本参与约束的价格即可），但存在信息非对称时，合约组合  $\{c_0, c_m\}$  中股权价格的设定对于有效甄别不同知识类型从而提高混改效率至关重要。总体而言，信息结构是影响混改合约的重要因素。

## 5 结论与政策启示

在知识成为企业价值创造一个日益重要的生产要素之际，引入非国有股东并通过知识赋能机制助力国有企业提升竞争力，是新时期混合所有制改革的重要动机之一。本文基于民营企业隐性知识分享背景，基于具有交叠持股特征的混合寡头竞争模型，系统分析参股式混改的最优股权结构特征及其福利效应。同时，结合民营企业知识价值及国有企业知识吸收能力差异，探讨混改的“边界”问题，即何种条件下混改可以提升社会福利。本文研究表明：第一，激励民营企业分享隐性知识需使其参股比例高于一定阈值，该阈值随着知识价值提高而提高，当知识价值高于特定阈值时，使民营企业参股无法激励其分享隐性知识。此时，在无法实现知识赋能的情况下强行推进混改难以提升社会福利。第二，恰好激励隐性知识分享的参股比例为混改的最优股权结构，在该最优混改股权结构下，相比于混改前社会福利的变化呈现“三阈值”特征：当且仅当国有企业知识吸收能力高于特定阈值，且知识价值也处于上下两个阈值之间时，恰好激励知识分享的混改

才能提升社会福利。因此，“中等”知识价值和较强知识吸收能力即界定了参股式混改的“有效边界”。第三，进一步考虑显性知识转移、递增边际成本、异质产品竞争、国有资本多重目标等因素对混改的影响发现，激励隐性知识分享的参股阈值结构和社会福利变化情况保持稳健。同时，在纵向产业链结构中，民营企业具有内生激励分享隐性知识，但混改的股权结构对于产业链运行效率和社会福利具有重要影响。最后，当隐性知识价值为民营企业私有信息时，可通过合理的合约设计有效甄别民营企业的不同知识价值类型。

在我国全面深化国有企业改革的重要时期，本研究具有如下政策启示：

首先，应以积极稳妥的姿态推进混改，准确把握混改的“边界”。根据本文的结论，应把握“宜混则混”的思想，有针对性地推进混改，避免“大干快上”。当国有企业知识吸收能力太弱或尽管有较高的知识吸收能力但无法激励较高价值知识分享时，引入同行业民营企业参与混改虽然可以实现国有企业一定程度上的利润提升，但并不能提升社会福利，此时从社会福利的角度看保持民营企业和国有企业作为独立的竞争主体反而更有利，“拉郎配”式的强行推进混改并不能实现有效率的结果。当国有企业知识吸收能力较强，且民营企业知识价值适中时，引入同行业的民营企业参股有利于提升社会福利和国有企业生产效率。在异质产品竞争和产业链纵向互补市场结构中，混改的知识赋能更加顺畅，社会福利也更容易提升，应适当鼓励这两类领域内的混改有序推进。特别地，在推进产业链纵向混改时，应合理设计股权结构以提升产业链运行效率和社会福利，避免上游国有企业过度追求利润目标而使得中间产品定价决策产生“扭曲”而不利于产业链整体价值优化。

其次，给予非国有资本股权是“引知”的重要抓手，特别是针对分享隐性知识这一不可缔约的行为而言。根据民营企业的隐性知识价值和国有企业吸收能力设计合理的股权结构以保证足够的激励强度，是实现国有股东和非国有股东互利共赢的关键。混股权的更高层次目的是为了实现在知识的高效流动，决不能“形混而神不混”而忘却混改的初心。同时，混改过程中国有股权也需根据隐性知识价值和知识吸收能力等因素进行合理定价，在满足民营资本参与混改的前提下，尽可能确保国有资本收益，以实现国有资本的保值增值，避免混改中的国有资产流失。在完全信息情形下，股权价格设定可具有更高的灵活性。存在信息不对称时，为了甄别合适对象参与混改实现最优社会福利，合理设定股权价格就显得尤为关键，对此应充分发挥混改中股权价格的信息甄别功能，以提高混改效率。

最后，国有企业也应积极提升自身知识吸收能力。一方面，良好的知识吸收能力有助于国有企业更大程度地将外部知识吸收并应用于提升自身生产效率；另一方面，提升国有企业知识吸收能力可以在激励相同价值知识分享的前提下减少股份转让比例，从而尽可能降低民营资本参股产生的生产协作效应对消费者福利

造成的不利影响。此外，当存在信息不对称时，国有企业更高的知识吸收能力也使得通过合宜的混改合约设计甄别民营企业知识价值类型更加容易。鉴于此，实践中国有企业应重视创新型人才队伍建设，甚至考虑在国有企业内部成立专门的知识管理部门，以更好地提升知识吸收能力并提高知识利用效率。此外，在混改过程中，也应综合考虑显性知识（专利技术）对隐性知识分享的影响，以更好地实现系统性知识赋能，最终构建国有企业和民营企业协同创新发展的新格局。

总体而言，本文的研究结论契合当前“一企一策”的混改思路。未来，随着数据可得性以及隐性知识价值测算方法的成熟，可考虑依据本文的理论框架对现实中参股式混改的具体效果进行科学评估。此外，知识吸收能力也可能是内生的，受国有企业和民营企业的知识差距影响。未来，可进一步考虑将知识吸收能力内生化。

## **The optimal strategy for mixed ownership reform of state-owned enterprises and its welfare effect: Based on the perspectives of tacit knowledge sharing of private enterprise**

**Abstract:** In the mixed ownership reform of state-owned enterprise (SOE) with private enterprise, tacit knowledge transfer matters for the competitiveness of the mixed enterprise, and thus affects the social welfare. Based on the mixed oligopoly model, this study considers the optimal mixed ownership structure and its impact on social welfare. We find that: First, the private enterprise has incentives to share tacit knowledge if and only if equity share acquired by it is larger than a certain threshold, which increases in the knowledge value. If the knowledge value is sufficiently high, then the threshold is beyond the ceiling of equity transfer, which implies knowledge transfer cannot arise in the mixed ownership with private enterprise's minority shareholding. Second, the equity transfer threshold corresponds to the optimal ownership structure. At this optimal ownership structure, the social welfare can be improved if and only if the SOE's absorptive capacity is higher than a certain threshold and the knowledge value lies between the upper and lower thresholds. Further analysis shows that the threshold of equity transfer remains robust after we consider explicit knowledge transfer, increasing marginal cost, differentiated duopoly and the multi-task of state-owner. Meanwhile, in the industrial chain structure, the private firm has endogenous incentive to share tacit knowledge. Finally, if the knowledge value is the private enterprise's private information, a feasible equity transfer contract can be designed to screen the knowledge type. This study enriches the theory of mixed-ownership firm and that of mixed oligopoly, and provides guidance for the practice of mixed-ownership reform.

**Key words:** Mixed Ownership; Ownership Structure; Welfare effect; Tacit knowledge Transfer; Absorptive capacity

**JEL Classification:** D43;D82;L13;L32

## 参考文献:

- [1]Grant R M. Toward a knowledge-based theory of the firm[J]. *Strategic Management Journal*, 1996, 17(S2): 109-122.
- [2]Ranft A L, Lord M D. Acquiring new technologies and capabilities: a grounded model of acquisition implementation[J]. *Organization Science*, 2002, 13(4) :355-457.
- [3]Demsetz H. Ownership, control, and the firm[M]. Blackwell Publishers, 1988.
- [4]Belo F, Gala V D, Salomao J, et al. Decomposing firm value[J]. *Journal of Financial Economics*, 2021, 413(2):619-639.
- [5]Holmstrom B, Roberts J. The boundaries of the firm revisited[J]. *Journal of Economic Perspective*, 2002, 12(4):73-94.
- [6]Hoberg G, Phillips G. Product market synergies and competition in mergers and acquisitions: a text-based analysis[J]. *Review of Financial Studies*, 2010, 23(10): 3773-3811.
- [7]Hall B, Helmers C, Rogers M, et al. The choice between formal and informal intellectual property: a review[J]. *Journal of Economic Literature*, 2014, 52(2): 375-423.
- [8]Bena J, Li K. Corporate innovations and mergers and acquisitions[J]. *Journal of Finance*, 2014, 69(5): 1923-1960.
- [9] 索姆奥利弗, 柯娜尔伊娃. 德国制造业创新之谜:传统企业如何以非研发创新塑造持续竞争力[M]. 人民邮电出版社, 2016.
- [10]Bloom N, Van Reenen J. Measuring and explaining management practices across firms and countries[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2007, 122(4): 1351-1408.
- [11] Arrow K. Economic welfare and the allocation of resources for invention[M]. *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors*: Princeton University Press, 1962: 609-626.
- [12]Ghosh A, Morita H. Knowledge transfer and partial equity ownership.[J]. *Rand Journal of Economics*, 2017, 48(4): 1044-1067.
- [13]Bloom N, Sadun R, Van Reenen J. Management as a technology?[R]: National Bureau of Economic Research, 2016.
- [14]Li K, Wang J. Inter-firm inventor collaboration and path-breaking innovation: evidence from inventor teams post-merger[J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* forthcoming, 2023, 58(3): 1144-1171.
- [15]Adhvaryu A, Nyshadham A, Tamayo J. Managerial quality and productivity dynamics[J]. *Review of Economic Studies* forthcoming, 2022.
- [16]Gilo D, Moshe Y, Spiegel Y. Partial cross ownership and tacit collusion.[J]. *RAND Journal of Economics*, 2006, 37(1): 81-99.
- [17]López Á L, Vives X. Overlapping ownership, R&D spillovers, and antitrust policy.[J]. *Journal of Political Economy*, 2019, 127(5): 2394-2437.
- [18]Matsumura T. Partial privatization in mixed duopoly.[J]. *Journal of Public Economics*, 1998, 70(3): 473-483.
- [19]张军, 罗长远, 冯俊. 市场结构、成本差异与国有企业的民营化进程[J]. *中国社会科学*, 2003, (05): 4-15.
- [20]叶光亮, 王世强, 陈逸豪. 混合所有制改革与最优专利授权——基于不对称信息的寡头博弈[J]. *管理科学学报*, 2019, 22(11): 54-68.
- [21]张伟, 于良春. 创新驱动发展战略下的国有企业改革路径选择研究[J]. *经济研究*, 2019, 54(10): 74-88.

- [22]Azar J, Schmalz M C, Tecu I. Anticompetitive effects of common ownership.[J]. *Journal of Finance*, 2018, 73(4): 1513-1565.
- [23]Heim S, Hüschelrath K, Laitenberger U, et al. The anticompetitive effect of minority share acquisitions: evidence from the introduction of national leniency programs[J]. *American Economic Journal: Microeconomics*, 2022, 14(1):366-410.
- [24]Lewellen K, Lowry M. Does common ownership really increase firm coordination?[J]. *Journal of Financial Economics*, 2021, 141(1):322-344.
- [25]张伟, 于良春. 混合所有制企业最优产权结构的选择[J]. *中国工业经济*, 2017, (04): 34-53.
- [26]叶光亮, 王世强, 陈逸豪. 混合所有制改革对产业链定价策略影响的研究[J]. *经济研究*, 2021, (10):122-137.
- [27]Lai F, Wang D, Yang N. Knowledge transfer incentives and optimal privatization via rival's partial equity ownership[J]. *Economics Letters*, 2021, 206: 109970.
- [28]李红阳, 邵敏. 私人资本参与、政策稳定性与混合所有制改革的效果[J]. *经济学(季刊)*, 2019, 18(04): 1329-1350.
- [29]刘汉民, 齐宇, 解晓晴. 股权和控制权配置:从对等到非对等的逻辑——基于央属混合所有制上市公司的实证研究[J]. *经济研究*, 2018, 53(05): 175-189.
- [30]郝云宏, 汪茜. 混合所有制企业股权制衡机制研究——基于“鄂武商控制权之争”的案例解析[J]. *中国工业经济*, 2015, (03): 148-160.
- [31]綦好东, 郭骏超, 朱炜. 国有企业混合所有制改革:动力、阻力与实现路径[J]. *管理世界*, 2017, (10): 8-19.
- [32]沈红波, 张金清, 张广婷. 国有企业混合所有制改革中的控制权安排——基于云南白药混改的案例研究[J]. *管理世界*, 2019, 35(10): 206-217.
- [33]郝阳, 龚六堂. 国有、民营混合参股与公司绩效改进[J]. *经济研究*, 2017, (3): 124-137.
- [34]孙鲲鹏, 方明月, 包家昊. 如何“混改”更好——国企混合所有制股权组合模式对企业绩效的影响[J]. *财贸经济*, 2021, 42(6):87-103.
- [35]Cavusgil S T, Calantone R J, Yushman Z. Tacit knowledge transfer and firm innovation capability.[J]. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 2003, 18(1): 6-21.
- [36]Nonaka I, Takeuchi H. Theory of organizational knowledge creation.[M], 1995: 56-94.
- [37]Braguinsky S, Ohyama A, Okazaki T, et al. Acquisitions, productivity, and profitability: evidence from the Japanese cotton spinning industry†.[J]. *American Economic Review*, 2015, 105(7): 2086-2119.
- [38]Cassiman B, Veugelers R. In search of complementarity in innovation strategy: internal R&D and external knowledge acquisition[J]. *Management Science*, 2006, 52(1):68-82.
- [39]Cohen W M, Levinthal D A. Innovation and learning: the two faces of R&D[J]. *The Economic Journal*, 1989, 99(397): 569-596.
- [40]Cockburn I M, Henderson R M. Absorptive capacity, coauthoring behavior, and the organization of research in drug discovery[J]. *The Journal of Industrial Economics*, 1998, 46(2): 157-182.
- [41]Escribano A, Fosfuri A, Tribó J A. Managing external knowledge flows: the moderating role of absorptive capacity[J]. *Research Policy*, 2009, 38(1): 96-105.
- [42]Leahy D, Neary J P. Absorptive capacity, R&D spillovers, and public policy[J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2007, 25(5): 1089-1108.
- [43]Mowery D C, Oxley J E, Silverman B S. Strategic alliances and interfirm knowledge transfer[J]. *Strategic Management Journal*, 1996, 17(S2): 77-91.

- [44]沈昊, 杨梅英. 国有企业混合所有制改革模式和公司治理——基于招商局集团的案例分析[J]. 管理世界, 2019, 35(04): 171-182.
- [45]Fershtman C. The interdependence between ownership status and market structure: the case of privatization[J]. *Economica*, 1990, 57(227): 319-328.
- [46]Grossman S J, Hart O D. A theory of competitive equilibrium in stock market economies[J]. *Econometrica*, 1979, 47(2): 293-329.
- [47]Singh N, Vives X. Price and quantity competition in a differentiated duopoly.[J]. *Rand Journal of Economics*, 1984, 15(4): 546-554.
- [48]Häckner J. A note on price and quantity competition in differentiated oligopolies.[J]. *Journal of Economic Theory*, 2000, 93(2): 233-239.
- [49]任晓猛, 钱滔, 潘士远, 等. 新时代推进民营经济高质量发展: 问题、思路与举措[J]. 管理世界, 2022, 38(08): 40-54.

## 6 附录

### 6.1 基准模型详细推导

不混改时均衡产量满足如下一阶条件:

$$\frac{\partial W(q_s, q_p^N)}{\partial q_s} \Big|_{q_s=q_s^N} = d - q_p^N - q_s^N - c = 0$$

$$\frac{\partial \pi_p(q_p, q_s^N)}{\partial q_p} \Big|_{q_p=q_p^N} = d - (c - x) - 2q_p^N - q_s^N = 0$$

混改后均衡产量满足如下一阶条件:

$$\frac{\partial F_s(q_s, q_p^k(\theta))}{\partial q_s} \Big|_{q_s=q_s^k(\theta)} = P(Q^k(\theta)) - (c - k\delta x) - \theta q_s^k(\theta) = 0$$

$$\frac{\partial F_p(q_p, q_s^k(\theta))}{\partial q_p} \Big|_{q_p=q_p^k(\theta)} = P(Q^k(\theta)) - (c - x) - q_p^k(\theta) - \theta q_s^k(\theta) = 0$$

$F_p^k(\theta, t)$ 的单调性证明:

$$\begin{aligned} F_p^0(\theta, t) &= \pi_p^0(q_p^0(\theta), q_s^0(\theta)) + \theta \pi_s^0(q_p^0(\theta), q_s^0(\theta)) - t \\ &= [d - q_p^0(\theta) - q_s^0(\theta) - (c - x)]q_p^0(\theta) \\ &\quad + \theta [d - q_s^0(\theta) - q_p^0(\theta) - c]q_s^0(\theta) - t \end{aligned}$$

由于 $q_s^k(\theta)$ 是 $\theta$ 的减函数, 因此 $F_p^0(\theta, t)$ 第一项是 $\theta$ 的增函数, 因此要证明 $F_p^0(\theta, t)$ 是 $\theta$ 的增函数, 只需验证第二项也是 $\theta$ 的增函数即可。

$$\begin{aligned}\theta[e - q_s^0(\theta) - q_p^0(\theta)]q_s^0(\theta) &= \left[ e - (1 - k\delta)x - \frac{e + (2k\delta - 1)x}{1 + \theta} \right] \frac{e + (2k\delta - 1)x}{1 + \theta} \\ &= (e - x)^2 \frac{\theta^2}{(1 + \theta)^2}\end{aligned}$$

由于 $\frac{\theta^2}{(1+\theta)^2}$ 是 $\theta$ 的增函数。因此 $F_p^0(\theta, t)$ 是 $\theta$ 的增函数。

类似地：

$$\begin{aligned}F_p^1(\theta, t) &= \pi_p^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) + \theta\pi_s^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) - t = \\ &= [e + x - q_p^1(\theta) - q_s^1(\theta)]q_p^1(\theta) + \theta[e + k\delta x - q_s^1(\theta) - q_p^1(\theta)]q_s^1(\theta) - t = \\ &= e^2 \left\{ \frac{(1 - \delta)r + (1 - \delta)[(1 - \delta)f(\theta) + 1]r^2}{f(\theta) + 2} + \frac{[1 + (2\delta - 1)r]^2}{[f(\theta) + 2]^2} \right\} - t \\ &= \frac{e^2\theta^2 + e\theta x[1 - \theta + \delta(3\theta - 1)] + [1 + \theta + \theta^2 + \delta^2(1 + 3\theta^2) - \delta(2 + \theta + 3\theta^2)]x^2}{(1 + \theta)^2} \\ &\quad - t\end{aligned}$$

因此， $\frac{dF_p^1}{d\theta} = \frac{[e + (2\delta - 1)x] \cdot \{2e\theta + [1 - \theta + \delta(-1 + 3\theta)]x\}}{(1 + \theta)^3} = \frac{e^2}{(1 + \theta)^3} [1 + (2\delta - 1)r] \cdot \{2\theta + [1 - \theta + \delta(-1 + 3\theta)]r\} = \frac{e^2}{(1 + \theta)^3} [1 + (2\delta - 1)r] \cdot [(2 - r + 3r\delta)\theta + (1 - \delta)r] > 0$ ，因此， $F_p^1(\theta, t)$ 是 $\theta$ 的增函数。

综上， $F_p^0(\theta, t)$ 和 $F_p^1(\theta, t)$ 均为 $\theta$ 的增函数。

**定理 1 证明：**

由

$$\begin{aligned}F_p^1(\theta, t) &= \pi_p^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) + \theta\pi_s^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) - t \\ &= [d - Q^1(\theta) - (c - x)]q_p^1(\theta) + \theta[d - Q^1(\theta) - (c - \delta x)]q_s^1(\theta) - t \\ &= e^2 \left\{ \frac{(1 - \delta)r + (1 - \delta)[(1 - \delta)f(\theta) + 1]r^2}{f(\theta) + 2} + \frac{[1 + (2\delta - 1)r]^2}{[f(\theta) + 2]^2} \right\} \\ &\quad - t\end{aligned}$$

及

$$\begin{aligned}F_p^0(\theta, t) &= \pi_p^0(q_p^0(\theta), q_s^0(\theta)) + \theta\pi_s^0(q_p^0(\theta), q_s^0(\theta)) - t \\ &= [d - Q^0(\theta) - (c - x)]q_p^0(\theta) + \theta[d - Q^0(\theta) - c]q_s^0(\theta) - t \\ &= e^2 \left\{ \frac{r + [f(\theta) + 1]r^2}{f(\theta) + 2} + \frac{(1 - r)^2}{[f(\theta) + 2]^2} \right\} - t\end{aligned}$$

可知 $F_p^1(\theta, t) \geq F_p^0(\theta, t)$ 等价于：

$$\mu(\theta) = [(3\delta - 3)r + 3]\theta^2 - (r + 1)\theta + (\delta - 2)r \geq 0$$

可看出 $\mu(\theta)$ 是关于 $\theta$ 的一元二次函数。

由 $\mu(0) = (\delta - 2)r < 0$ 可知，只有当 $\mu(\frac{1}{2}) \geq 0$ 时， $\mu(\theta) = 0$ 才存在位于 $[0, 0.5]$ 内的解，否则，任意 $\theta \in [0, 0.5]$ ，均有 $\mu(\theta) < 0$ ，则任意股权结构均无法激励民营企业分享知识。下面讨论 $\mu(\frac{1}{2})$ 的符号。由 $\mu(\frac{1}{2}) = \frac{(7\delta - 13)r + 1}{4}$ ，可知：

1) 当 $r > \frac{1}{13 - 7\delta}$ 时， $\mu(\frac{1}{2}) < 0$ ，此时对任意 $\theta \in [0, 0.5]$ ，均有 $\mu(\theta) < 0$ ，此时民营资本参股无法激励其分享知识。

2) 当 $r \leq \frac{1}{13 - 7\delta}$ 时， $\mu(\frac{1}{2}) \geq 0$ ，此时存在 $\underline{\theta}(r, \delta)$ ，使得当 $\theta \geq \underline{\theta}(r, \delta)$ 时有 $\mu(\theta) \geq 0$ 。

$$\underline{\theta}(r, \delta) \text{ 即为 } \mu(\theta) \text{ 在 } [0, \frac{1}{2}] \text{ 内的根，即 } \underline{\theta}(r, \delta) = \frac{r + 1 + \sqrt{(r + 1)^2 + 4(2 - \delta)[(3\delta - 3)r^2 + 3r]}}{2[(3\delta - 3)r + 3]}。$$

$\underline{\theta}(r, \delta)$ 称为激励知识分享的临界股份。

**$\underline{\theta}(r, \delta)$ 的单调性证明：**

$$\begin{aligned} \underline{\theta}(r, \delta) &= \frac{r + 1 + \sqrt{(r + 1)^2 + 4(2 - \delta)[(3\delta - 3)r^2 + 3r]}}{2[(3\delta - 3)r + 3]} \\ &= \frac{r + 1}{2[(3\delta - 3)r + 3]} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(r + 1)^2}{[(3\delta - 3)r + 3]^2} + \frac{4r(2 - \delta)}{(3\delta - 3)r + 3}} \end{aligned}$$

给定 $r$ ， $\frac{4r(2 - \delta)}{(3\delta - 3)r + 3}$ 是 $\delta$ 的减函数， $\frac{r + 1}{2[(3\delta - 3)r + 3]}$ 和 $\frac{(r + 1)^2}{[(3\delta - 3)r + 3]^2}$ 均是 $\delta$ 的减函数，因此有

$\underline{\theta}(r, \delta)$ 是 $\delta$ 的减函数。

给定 $\delta$ ， $\frac{r + 1}{2[(3\delta - 3)r + 3]}$ 、 $\frac{(r + 1)^2}{[(3\delta - 3)r + 3]^2}$ 、 $\frac{4r(2 - \delta)}{(3\delta - 3)r + 3}$ ，都是关于 $r$ 的增函数，因此 $\underline{\theta}(r, \delta)$ 是 $r$ 的增函数。

**$W^0(\theta)$ 的单调性证明：**

$$\begin{aligned} W^0(\theta) &= dQ^0(\theta) - \frac{1}{2}[Q^0(\theta)]^2 - (c - x)q_p^0(\theta) - cq_s^0(\theta) \\ &= eQ^0(\theta) - \frac{1}{2}[Q^0(\theta)]^2 + x^2 \end{aligned}$$

将 $W^0(\theta)$ 对 $\theta$ 求导可得：

$$\frac{dW^0(\theta)}{d\theta} = e \frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} - Q^0(\theta) \frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} = [e - Q^0(\theta)] \frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} = \frac{(e - x)^2 f'(\theta)}{[f(\theta) + 2]}$$

由 $Q^0(\theta) = \frac{[f(\theta) + 1]e + x}{f(\theta) + 2}$ 可得， $\frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} = \frac{(e - x)f'(\theta)}{[f(\theta) + 2]^2} < 0$ ，因此 $\frac{dW^0(\theta)}{d\theta} < 0$ 。

由  $\lim_{\theta \rightarrow 0} Q^0(\theta) = \lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{[f(\theta)+1]e+x}{f(\theta)+2} = \lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{e+\theta x}{1+\theta} = e$ ，因此  $\lim_{\theta \rightarrow 0} W^0(\theta) = \frac{e^2}{2} + x^2 = W^N$ 。

**定理 2 证明：**

最大化混改后社会福利问题可表示为：

$$\begin{aligned} & \max_{\theta, t} W^1(\theta) \\ & \text{s. t.} \\ & F_p^1(\theta, t) \geq \pi_p^N \\ & \theta \in [\underline{\theta}(r, \delta), 0.5] \end{aligned}$$

其中：

$$\begin{aligned} W^1(\theta) &= dQ^1(\theta) - \frac{1}{2}[Q^1(\theta)]^2 - (c-x)q_p^1(\theta) - (c-\delta x)q_s^1(\theta) \\ &= dQ^1(\theta) - \frac{1}{2}[Q^1(\theta)]^2 - (c-\delta x)q_p^1(\theta) - (c-\delta x)q_s^1(\theta) \\ &\quad + x(1-\delta)q_p^1(\theta) = (e+\delta x)Q^1(\theta) - \frac{1}{2}[Q^1(\theta)]^2 + [x(1-\delta)]^2 \end{aligned}$$

则，  $\frac{dW^1(\theta)}{d\theta} = (e+\delta x)\frac{dQ^1(\theta)}{d\theta} - Q^1(\theta)\frac{dQ^1(\theta)}{d\theta} = [e+\delta x - Q^1(\theta)]\frac{dQ^1(\theta)}{d\theta}$ 。

由  $Q^1(\theta) = \frac{[f(\theta)+1]e+[f(\theta)+1]x}{f(\theta)+2}$  可得，  $\frac{dQ^1(\theta)}{d\theta} = \frac{[e+(2\delta-1)x]f'(\theta)}{[f(\theta)+2]^2} < 0$ ，因此

$\frac{dW^1(\theta)}{d\theta} < 0$ 。因此，在  $[\underline{\theta}(r, \delta), 0.5]$  内使得  $W^1(\theta)$  取最大的参股比例为  $\theta^* =$

$\underline{\theta}(r, \delta)$ ，在该股权结构下，股权价格应满足民营资本的参与约束，即：

$$\begin{aligned} t(r, \delta) &\leq \bar{t}(r, \delta) = \pi_p^1(\theta^*) + \theta^* \pi_s^1(\theta^*) - \pi_p^N \\ &= e^2 \left\{ \frac{(1-\delta)r + (1-\delta) \left[ (1-\delta)f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1 \right] r^2}{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 2} \right. \\ &\quad \left. + \frac{[1 + (2\delta - 1)r]^2}{[f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 2]^2} \right\} \end{aligned}$$

**定理 3 证明：**

1. 首先，给出  $W^1(\underline{\theta}(r, \delta)) > W^N$  的等价表达式。

$$\begin{aligned}
W^1(\theta) &= (e + \delta x)Q^1(\theta) - \frac{1}{2}[Q^1(\theta)]^2 + [x(1 - \delta)]^2 \\
&= (e + \delta x)\frac{e + x + (e + \delta x)f(\theta)}{f(\theta) + 2} - \frac{[e + x + (e + \delta x)f(\theta)]^2}{2[f(\theta) + 2]^2} + [x(1 - \delta)]^2 \\
&= \frac{2(e + x)(e + \delta x)[f(\theta) + 2] + 2(e + \delta x)^2 f(\theta)[f(\theta) + 2] - [e + x + (e + \delta x)f(\theta)]^2}{2[f(\theta) + 2]^2} \\
&+ [x(1 - \delta)]^2 \\
&= \frac{4(e + x)(e + \delta x) - (e + x)^2 + (e + \delta x)^2[f(\theta)]^2 + 4(e + \delta x)^2 f(\theta)}{2[f(\theta) + 2]^2} \\
&+ [x(1 - \delta)]^2 \\
&= \frac{4(e + x)(e + \delta x) - (e + x)^2 - 4(e + \delta x)^2 + (e + \delta x)^2[f(\theta) + 2]^2}{2[f(\theta) + 2]^2} \\
&+ [x(1 - \delta)]^2 \\
&= \frac{4(e + x)(e + \delta x) - (e + x)^2 - 4(e + \delta x)^2 + (e + \delta x)^2[f(\theta) + 2]^2}{2[f(\theta) + 2]^2} \\
&+ [x(1 - \delta)]^2 = \frac{(e + \delta x)^2[f(\theta) + 2]^2 - [e - (1 - 2\delta)x]^2}{2[f(\theta) + 2]^2} + [x(1 - \delta)]^2
\end{aligned}$$

因此， $W^1(\theta) > W^N$ 等价于：

$$\begin{aligned}
&\frac{(e + \delta x)^2[f(\theta) + 2]^2 - [e - (1 - 2\delta)x]^2}{2[f(\theta) + 2]^2} + [x(1 - \delta)]^2 > \frac{e^2}{2} + x^2 \\
&\Leftrightarrow \frac{(e + \delta x)^2[f(\theta) + 2]^2 - [e - (1 - 2\delta)x]^2}{2[f(\theta) + 2]^2} > \frac{e^2}{2} + (2\delta - \delta^2)x^2 \\
&\Leftrightarrow (e + \delta x)^2 - \frac{[e - (1 - 2\delta)x]^2}{[f(\theta) + 2]^2} > e^2 + (4\delta - 2\delta^2)x^2 \\
&\Leftrightarrow (e + \delta x)^2 - [e^2 + (4\delta - 2\delta^2)x^2] > \frac{[e - (1 - 2\delta)x]^2}{[f(\theta) + 2]^2} \\
&\Leftrightarrow \frac{2\delta ex + (3\delta^2 - 4\delta)x^2}{[e - (1 - 2\delta)x]^2} > \frac{1}{[f(\theta) + 2]^2} \Leftrightarrow \frac{2\delta r + (3\delta^2 - 4\delta)r^2}{[1 + (2\delta - 1)r]^2} \\
&> \frac{1}{[f(\theta) + 2]^2} \Leftrightarrow \frac{2\delta r + (3\delta^2 - 4\delta)r^2}{[1 + (2\delta - 1)r]^2} > \left[\frac{\theta}{\theta + 1}\right]^2
\end{aligned}$$

根据定理 1，只有当  $r \leq \frac{1}{13-7\delta}$  时，才能够通过转让不低于知识分享临界点的股份

激励知识分享。因此，在  $r \in (0, \frac{1}{13-7\delta}]$  内， $W^1(\underline{\theta}(r, \delta)) > W^N$  等价于：

$$\frac{2\delta r + (3\delta^2 - 4\delta)r^2}{[1 + (2\delta - 1)r]^2} > \left[ \frac{\underline{\theta}(r, \delta)}{\underline{\theta}(r, \delta) + 1} \right]^2$$

对任意知识吸收能力  $\delta$ ，记  $G(r) = \frac{2\delta r + (3\delta^2 - 4\delta)r^2}{[1 + (2\delta - 1)r]^2}$ ，则  $\frac{dG(r)}{dr} = \frac{\delta[(2\delta - 6)r + 2]}{[1 + (2\delta - 1)r]^3}$ ，因此  $G(r)$

在  $[0, \frac{1}{3-\delta})$  上递增，在  $[\frac{1}{3-\delta}, 1)$  上递减，又因为  $G(0) = 0$ ，因此在  $[0, \frac{1}{3-\delta})$  内均有

$G(r) > 0$ 。又因为  $13 - 7\delta > 3 - \delta$ ，因此在  $r \in [0, \frac{1}{13-7\delta}]$  内有  $G(r) > 0$ ，因此在  $r \in$

$(0, \frac{1}{13-7\delta}]$  内， $\frac{2\delta r + (3\delta^2 - 4\delta)r^2}{[1 + (2\delta - 1)r]^2} > \left[ \frac{\underline{\theta}(r, \delta)}{\underline{\theta}(r, \delta) + 1} \right]^2$  等价于：

$$g(r) = \frac{\sqrt{2\delta r + (3\delta^2 - 4\delta)r^2}}{1 + (2\delta - 1)r} > \frac{\underline{\theta}(r, \delta)}{\underline{\theta}(r, \delta) + 1} = h(r)$$

由于在  $r \in (0, \frac{1}{13-7\delta}]$  内有  $G'(r) > 0$ ， $G''(r) < 0$ ，因此有  $g'(r) = \frac{G'(r)}{2\sqrt{G(r)}} > 0$ ， $g''(r) =$

$\frac{\sqrt{G(r)}G''(r) - G'(r)\frac{G'(r)}{2\sqrt{G(r)}}}{2\sqrt{G(r)}} < 0$ 。此外，在  $r \in (0, \frac{1}{13-7\delta}]$  内有  $\frac{d\underline{\theta}(r, \delta)}{dr} > 0$ ， $\frac{d^2\underline{\theta}(r, \delta)}{dr^2} < 0$ ，因此

$h'(r) = \frac{\frac{d\underline{\theta}(r, \delta)}{dr}}{[\underline{\theta}(r, \delta) + 1]^2} > 0$ ， $h''(r) = \frac{\frac{d^2\underline{\theta}(r, \delta)}{dr^2}[\underline{\theta}(r, \delta) + 1]^2 - 2[\underline{\theta}(r, \delta) + 1][\frac{d\underline{\theta}(r, \delta)}{dr}]^2}{[\underline{\theta}(r, \delta) + 1]^4} < 0$ 。因此， $g(r)$

和  $h(r)$  均为单调递增的凹函数。同时， $g(0) = 0$ ， $g\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) = \frac{\sqrt{22\delta - 11\delta^2}}{12 - 5\delta}$ ，且  $\delta$  越

小， $g\left(\frac{1}{13-7\delta}\right)$  越小。 $h(0) = \frac{\underline{\theta}(0, \delta)}{\underline{\theta}(0, \delta) + 1} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{3} + 1} = \frac{1}{4}$ ， $h\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) = \frac{\underline{\theta}\left(\frac{1}{13-7\delta}, \delta\right)}{\underline{\theta}\left(\frac{1}{13-7\delta}, \delta\right) + 1} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + 1} = \frac{1}{3}$ 。

令  $g\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) = h\left(\frac{1}{13-7\delta}\right)$  可得， $62\delta^2 - 159\delta + 72 = 0$ 。因此，存在  $\underline{\delta} = \frac{159 - 15\sqrt{33}}{124} \approx$

0.587，当  $\delta \geq \underline{\delta}$ ， $g\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) \geq h\left(\frac{1}{13-7\delta}\right)$ （当且仅当  $\delta = \underline{\delta}$  时取等号）；当  $\delta < \underline{\delta}$ ，

$g\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) < h\left(\frac{1}{13-7\delta}\right)$ 。

2. 下面开始证明定理 3。在证明之前，先给出两个事实：

事实 a：存在  $0 < \hat{\delta} < 0.3 < \underline{\delta}$ ，使得当  $\delta \geq \hat{\delta}$  时，有  $g'\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) \geq \frac{13-7\delta}{12}$ 。如下图 12（左）。

事实 b：当  $\delta > \underline{\delta}$  时，有  $h'(0) < g'\left(\frac{1}{13-7\delta}\right)$ 。如下图 12（右）。

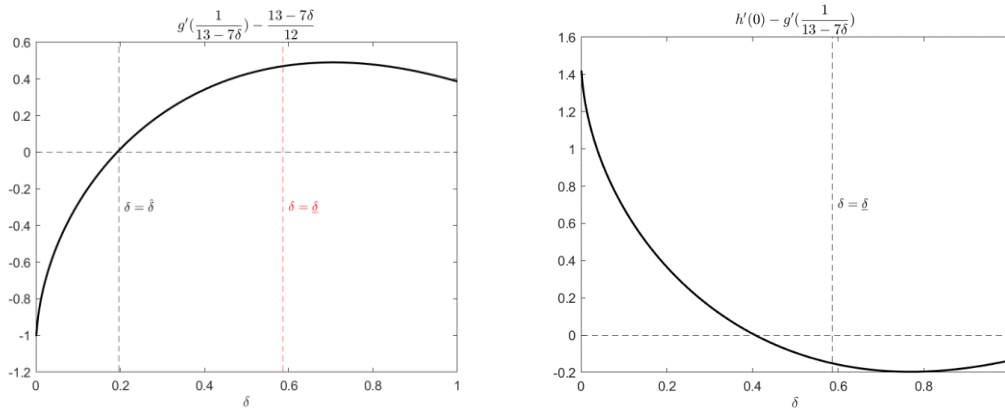


图 12 事实 a 和 b

下面利用事实 a 和 b，利用反证法证明定理 3。

1) 首先证明，当  $\delta < \underline{\delta}$  时，有  $g(0) < h(0)$ ， $g\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) < h\left(\frac{1}{13-7\delta}\right)$ ，因此  $g(r)$  与  $h(r)$  在  $(0, \frac{1}{13-7\delta})$  内不可能有交点，即  $g(r)$  始终位于  $h(r)$  下方。

1.1)  $\hat{\delta} \leq \delta < \underline{\delta}$  时，利用反证法证明：假设  $g(r)$  与  $h(r)$  有交点  $m$ ，则  $g(r)$  必须穿过一次线  $AB$ （因为  $g(r)$  始于零点且  $h(r)$  位于  $AB$  上方，如图 13(a)），以及穿出一次  $AB$ （因为  $g\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) < h\left(\frac{1}{13-7\delta}\right)$ ），记与  $AB$  的两个交点分别为  $o(r_1, g(r_1))$  和  $p(r_2, g(r_2))$ ，则在  $omp$  曲线上，根据拉格朗日中值定理，必定存在一点  $\xi \in (r_1, r_2)$  使得  $g'(\xi) = k_{AB} = \frac{13-7\delta}{12}$ （ $k_{AB}$  为  $AB$  线段的斜率）。又因为  $g(r)$  是凹函数，因此有  $g'\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) < g'(\xi) = \frac{13-7\delta}{12}$ ，这与事实 a 矛盾。因此， $g(r)$  与  $h(r)$  不可能有交点。

1.2) 当  $\delta < \hat{\delta}$  时， $g\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) < \frac{\sqrt{22*0.3-11*(0.3)^2}}{12-5*0.3} < \frac{1}{4}$ ，由  $g(r)$  与  $h(r)$  均为单调递增函数可知  $g(r) < h(0) < h(r)$ 。

综上，当  $\delta < \underline{\delta}$  时，有  $g(r) < h(r)$ 。

2) 接着证明，当  $\delta = \underline{\delta}$  时（ $g(0) < h(0)$ ， $g\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) = h\left(\frac{1}{13-7\delta}\right)$ ）， $g(r)$  与  $h(r)$  只交于  $B$  点（ $r = \frac{1}{13-7\delta}$ ）。同样的，利用反证法，假设在  $r = \frac{1}{13-7\delta}$  之前还存在一个交点  $m'$ ，则必然需要穿过线段  $AB$ （如图 13(b)），假设该点为  $o'(r_3, g(r_3))$ ，则在曲线  $o'm'B$  上，根据拉格朗日中值定理，必定存在一点  $\xi' \in (r_3, \frac{1}{13-7\delta})$  使得  $g'(\xi') = k_{AB} = \frac{13-7\delta}{12}$ （ $k_{AB}$  为  $AB$  线段的斜率）。又因为  $g(r)$  是凹函数，因此有  $g'\left(\frac{1}{13-7\delta}\right) < g'(\xi') = \frac{13-7\delta}{12}$ ，这与事实 a 矛盾。因此， $g(r)$  与  $h(r)$  除  $B$  点外不可能有交点。

3) 最后证明, 当  $\delta > \underline{\delta}$  时 ( $g(0) < h(0)$ ,  $g(\frac{1}{13-7\delta}) > h(\frac{1}{13-7\delta})$ ),  $g(r)$  与  $h(r)$  在  $r \in (0, \frac{1}{13-7\delta})$  内有唯一交点。同样, 利用反证法, 假设交点不唯一, 则一定会存在一点  $o''$  ( $r = r_4$ ), 在这一点有  $h'(r_4) \geq g'(r_4)$  (即  $g(r)$  从  $h(r)$  上方穿过或刚好相切于  $o''$ , 如图 13(c)), 而则根据函数的凹性可得  $h'(0) > h'(r_4) \geq g'(r_4) > g'(\frac{1}{13-7\delta})$ , 即  $h'(0) > g'(\frac{1}{13-7\delta})$ , 这与事实 b 矛盾。因此,  $g(r)$  与  $h(r)$  有唯一交点, 记该交点对应的  $r$  为  $\underline{r}(\delta)$ , 则  $g(r) \geq h(r)$  当且仅当  $r \geq \underline{r}(\delta)$ 。

综上所述, 当  $\delta < \underline{\delta}$  时, 有  $g(r) < h(r)$ , 即  $W^1(\underline{\theta}(r, \delta)) < W^N$ , 即激励知识分享的混改无法提升社会福利。当  $\delta > \underline{\delta}$  时, 当且仅当  $r > \underline{r}(\delta)$  时, 才有  $W^1(\underline{\theta}(r, \delta)) > W^N$ 。  $\delta = \underline{\delta}$  恰好使得在  $r = \frac{1}{13-7\delta}$  处有  $W^1(\underline{\theta}(r, \delta)) = W^N$ 。因此  $\underline{\delta}$  被称为使得混改提升社会福利的知识吸收能力阈值, 只有当知识吸收能力超过阈值  $\underline{\delta}$ , 且知识价值也高于阈值  $\underline{r}(\delta)$  时, 混改才能提升社会福利。

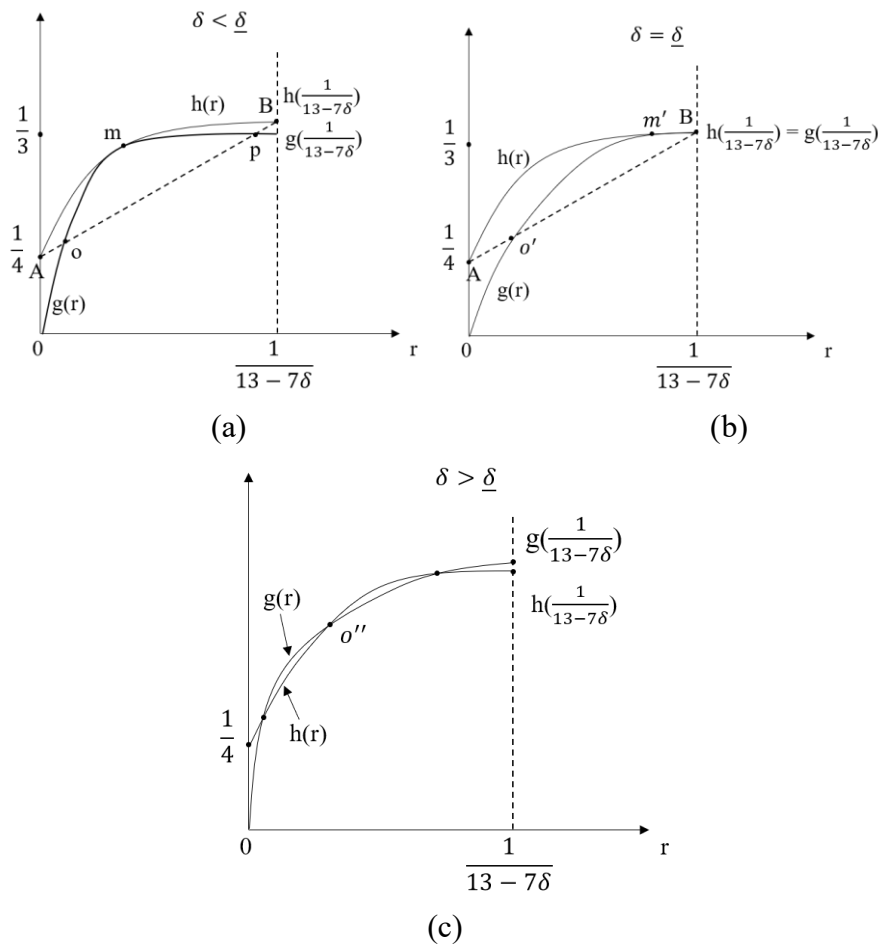


图 13  $g(r)$  和  $h(r)$  关系示意图

消费者福利变化证明:

欲证  $CS^1(\underline{\theta}(r, \delta)) < CS^N$  , 只需证  $\left\{ \frac{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1 + [\delta f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1]r}{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 2} \right\}^2 < 1$  , 由于

$f(\underline{\theta}(r, \delta)) > 0$  , 故若有  $\left\{ \frac{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1 + [f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1]r}{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 2} \right\}^2 < 1$  , 则有 :

$\left\{ \frac{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1 + [\delta f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1]r}{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 2} \right\}^2 < 1$  。下面证  $\left\{ \frac{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1 + [f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1]r}{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 2} \right\}^2 < 1$  。

首先, 由于  $\underline{\theta}(r, 1) = \frac{r+1+\sqrt{r^2+14r+1}}{6} > r$  (因为  $r^2 + 14r + 1 > 16r^2$  , 故

$\sqrt{r^2 + 14r + 1} > 4r > 5r - 1$  , 故  $\frac{r+1+\sqrt{r^2+14r+1}}{6} > r$  ) , 又  $\underline{\theta}(r, \delta)$  是  $\delta$  的减函数, 因此有  $\underline{\theta}(r, \delta) \geq \underline{\theta}(r, 1) > r$  。由  $\underline{\theta}(r, \delta) > r \Leftrightarrow \frac{r}{\underline{\theta}(r, \delta)} < 1 \Leftrightarrow \frac{1}{\underline{\theta}(r, \delta)}(r+1) < \frac{1}{\underline{\theta}(r, \delta)} +$

$1 \Leftrightarrow \frac{\frac{1}{\underline{\theta}(r, \delta)}(r+1)}{\frac{1}{\underline{\theta}(r, \delta)} + 1} < 1 \Leftrightarrow \frac{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1 + [f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1]r}{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 2} \Leftrightarrow \left\{ \frac{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1 + [f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1]r}{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 2} \right\}^2 < 1$  ,

因此  $\left\{ \frac{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1 + [f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 1]r}{f(\underline{\theta}(r, \delta)) + 2} \right\}^2 < 1$  ,  $CS^1(\underline{\theta}(r, \delta)) < CS^N$  。

## 6.2 拓展分析 4.1 详细推导:

当混改后隐性知识不分享时, 混改带来显性知识可以使国有企业的成本变为  $c - \delta x_1$  , 企业 s 的利润可表示为  $\pi_s = [d - q_s - q_p - (c - \delta x_1)]q_s$  , 企业 p 的利润

为  $\pi_p = [d - q_p - q_s - (c - x)]q_p$  。可知一阶条件为:

$$\frac{\partial F_s(q_s, q_p^0(\theta))}{\partial q_s} \Big|_{q_s=q_s^0(\theta)} = P(Q^0(\theta)) - (c - \delta x_1) - \theta q_s^0(\theta) = 0$$

$$\frac{\partial F_p(q_p, q_s^0(\theta))}{\partial q_p} \Big|_{q_p=q_p^0(\theta)} = P(Q^0(\theta)) - (c - x) - q_p^0(\theta) - \theta q_s^0(\theta) = 0$$

联立方程可解得:

$$q_s^0(\theta) = \frac{P(Q^0(\theta)) - (c - \delta x_1)}{\theta}$$

$$q_p^0(\theta) = x - \delta x_1$$

由  $q_p^0(\theta) + q_s^0(\theta) = Q^0(\theta)$  得:

$$Q^0(\theta) = \frac{[f(\theta) + 1]e + x + \delta f(\theta)x_1}{f(\theta) + 2}$$

进一步可得 $q_s^0(\theta) = \frac{(e-x+2\delta x_1)[f(\theta)+1]}{f(\theta)+2}$ , 且易知 $\frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} < 0$ 。混改后不转移隐性知识时的社会福利水平为:

$$\begin{aligned} W^0(\theta) &= \pi_s(\theta) + \pi_p(\theta) + CS(\theta) \\ &= [e + \delta x_1 - Q^0(\theta)]q_s^0(\theta) + [e + x - Q^0(\theta)]q_p^0(\theta) + \frac{1}{2}[Q^0(\theta)]^2 \\ &= (e + \delta x_1)Q^0(\theta) - \frac{1}{2}[Q^0(\theta)]^2 + (x - \delta x_1)^2 \end{aligned}$$

因此可得 $\frac{dW^0(\theta)}{d\theta} = (e + \delta x_1)\frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} - Q^0(\theta)\frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} = [(e + \delta x_1) - Q^0(\theta)]\frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} < 0$ 。由于 $\lim_{\theta \rightarrow 0} Q^0(\theta) = \lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{e+\theta x+\delta x_1(1-\theta)}{1+\theta} = e + \delta x_1$ , 因此有 $\lim_{\theta \rightarrow 0} W^0(\theta) = \frac{(e+\delta x_1)^2}{2} + (x - \delta x_1)^2 = \frac{e^2}{2} + x^2 + \frac{3}{2}\delta^2 x_1^2 + \delta x_1(e - 2x) = W^N + \frac{3}{2}\delta^2 x_1^2 + \delta x_1(e - 2x)$ 。

当混改后存在隐性知识分享时, 由正文(7)式可知 $Q^1(\theta) = \frac{[f(\theta)+1]e+[f(\theta)+1]x}{f(\theta)+2}$ ,  $q_s^1(\theta) = \frac{[e+(2\delta-1)x][f(\theta)+1]}{f(\theta)+2}$ ,  $q_p^1(\theta) = (1 - \delta)x$ 。因此, 分享隐性知识和不分享隐性知识时民营资本的收益分别为:

$$\begin{aligned} F_p^1(\theta, t) &= \pi_p^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) + \theta \pi_s^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) - t \\ &= [d - Q^1(\theta) - (c - x)]q_p^1(\theta) + \theta[d - Q^1(\theta) - (c - \delta x)]q_s^1(\theta) - t \\ &= e^2 \left\{ \frac{(1 - \delta)r + (1 - \delta)[(1 - \delta)f(\theta) + 1]r^2}{f(\theta) + 2} + \frac{[1 + (2\delta - 1)r]^2}{[f(\theta) + 2]^2} \right\} \\ &\quad - t \end{aligned}$$

及

$$\begin{aligned} F_p^0(\theta, t) &= \pi_p^0(q_p^0(\theta), q_s^0(\theta)) + \theta \pi_s^0(q_p^0(\theta), q_s^0(\theta)) - t \\ &= [d - Q^0(\theta) - (c - x)]q_p^0(\theta) + \theta[d - Q^0(\theta) - (c - \delta x_1)]q_s^0(\theta) \\ &\quad - t = e^2 \left\{ (r - \delta r_1) \frac{1 + [f(\theta) + 1]r}{f(\theta) + 2} + \frac{(1 - r + 2\delta r_1)^2}{[f(\theta) + 2]^2} \right\} - t \end{aligned}$$

因此, 隐性知识分享条件 $F_p^1(\theta, t) \geq F_p^0(\theta, t)$ 等价于:

$$\hat{\mu}(\theta) = \{(3\delta - 3)r_2^2 + [(6\delta - 2)r_1 + 3]r_2 - (\delta - 1)r_1^2\}\theta^2 - r_2(r_1 + r_2 + 1)\theta + (r_1 + r_2)[(\delta - 2)(r_1 + r_2) + r_1] \geq 0$$

**定理 4 证明:**

易知,  $\hat{\mu}(\theta)$ 是关于 $\theta$ 的一元二次函数。记 $A(r_1, r_2, \delta) = (3\delta - 3)r_2^2 + [(6\delta - 2)r_1 + 3]r_2 - (\delta - 1)r_1^2$ ,  $B(r_1, r_2, \delta) = -r_2(r_1 + r_2 + 1) < 0$ ,  $C(r_1, r_2, \delta) = (r_1 + r_2)[(\delta - 2)(r_1 + r_2) + r_1] < 0$ 。首先讨论 $A(r_1, r_2, \delta)$ 的符号: 将 $A(r_1, r_2, \delta)$ 视为关于 $r_2$ 的一元二次函数, 易知其开口向下、且对称轴位于右侧。 $A(r_1, 0, \delta) = -(\delta - 1)r_1^2 > 0$ ,  $A(r_1, 1 - r_1, \delta) = 3\delta + r_1 - 4\delta r_1^2 > 3\delta r_1^2 + \delta r_1^2 - 4\delta r_1^2 = 0$ , 因此可知

$A(r_1, r_2, \delta) > 0$ 在 $r_2 \in [0, 1 - r_1]$ 内恒成立。因此,  $\hat{\mu}(\theta)$ 为开口向上且对称轴位于右侧的一元二次函数, 由于 $\hat{\mu}(0) < 0$ , 因此, 只有当 $\hat{\mu}(\frac{1}{2}) \geq 0$ 时,  $\hat{\mu}(\theta) = 0$ 才存在位于 $[0, \frac{1}{2}]$ 内的解。下面讨论 $\hat{\mu}(\frac{1}{2})$ 的符号。 $\hat{\mu}(\frac{1}{2}) = \frac{(7\delta-13)r_2^2 + [(14\delta-16)r_1+1]r_2 + (3\delta-3)r_1^2}{4}$ , 记 $s(r_2) = (7\delta-13)r_2^2 + [(14\delta-16)r_1+1]r_2 + (3\delta-3)r_1^2$ , 可知 $s(r_2)$ 为开口向下的二次函数且 $s(0) < 0$ 。

(1) 当 $(14\delta-16)r_1+1 \leq 0$ 即 $r_1 \geq \frac{1}{16-14\delta}$ 时,  $s(r_2)$ 对称轴位于左侧, 因此有

$s(r_2) < 0$ 在 $r_2 \in [0, 1 - r_1]$ 内恒成立, 故 $\mu(\frac{1}{2}) < 0$ 恒成立, 此时任意股权结构均无法激励民营企业分享隐性知识。

(2) 当 $r_1 < \frac{1}{16-14\delta}$ 时,  $s(r_2)$ 对称轴位于右侧。又 $s(1-r_1) = -4\delta r_1^2 + 9r_1 + 7\delta - 12 < 0$ , 因此, 当 $\Delta = [(14\delta-16)r_1+1]^2 - 4(7\delta-13)(3\delta-3)r_1^2 < 0$ 即 $r_1 > \frac{1}{2\sqrt{(7\delta-13)(3\delta-3)} - (14\delta-16)}$ 时, 有 $s(r_2) < 0$ 在 $r_2 \in [0, 1 - r_1]$ 内恒成立, 此

时 $\mu(\frac{1}{2}) < 0$ 恒成立, 任意股权结构均无法激励民营企业分享隐性知识。只有当 $\Delta \geq 0$ 即 $r_1 \leq \frac{1}{2\sqrt{(7\delta-13)(3\delta-3)} - (14\delta-16)}$ 时, 且当 $\frac{-[(14\delta-16)r_1+1]+\sqrt{\Delta}}{2(7\delta-13)} < r_2 \leq$

$\frac{-[(14\delta-16)r_1+1]-\sqrt{\Delta}}{2(7\delta-13)}$ 时, 才有 $\mu(\frac{1}{2}) \geq 0$ , 此时存在唯一的 $\underline{\theta}(r_1, r_2, \delta) = \frac{-B(r_1, r_2, \delta) + \sqrt{B(r_1, r_2, \delta)^2 - 4A(r_1, r_2, \delta)C(r_1, r_2, \delta)}}{2A(r_1, r_2, \delta)}$ , 当 $\theta \geq \underline{\theta}(r_1, r_2, \delta)$ 时可以激励民营企业分享隐性知识。

综上所述, 当 $r_1 > \frac{1}{2\sqrt{(7\delta-13)(3\delta-3)} - (14\delta-16)}$ 时, 参股情形下任意股权结构均无法激励民营企业分享隐性知识; 当 $r_1 \leq \frac{1}{2\sqrt{(7\delta-13)(3\delta-3)} - (14\delta-16)}$ 且当

$\frac{-[(14\delta-16)r_1+1]+\sqrt{\Delta}}{2(7\delta-13)} < r_2 \leq \frac{-[(14\delta-16)r_1+1]-\sqrt{\Delta}}{2(7\delta-13)}$ 时, 给予民营企业超过阈值

$\underline{\theta}(r_1, r_2, \delta) = \frac{-B(r_1, r_2, \delta) + \sqrt{B(r_1, r_2, \delta)^2 - 4A(r_1, r_2, \delta)C(r_1, r_2, \delta)}}{2A(r_1, r_2, \delta)}$ 的股权比例才能激励其分享隐性知识。

### 6.3 拓展分析 4.2 详细推导:

一、混改后不分享知识

$$\pi_p(q_p, q_s) = P(Q)q_p - C_p(q_p)$$

$$\pi_s(q_s, q_p) = P(Q)q_s - C_s(q_s)$$

国有企业最大化目标函数 $F_s(q_s, q_p) = \theta\pi_s(q_s, q_p) + (1-\theta)W(q_s, q_p)$ , 其中,

$W(q_s, q_p) = dQ - \frac{Q^2}{2} - C_p(q_p) - C_s(q_s)$ 。民营企业最大化民营资本的收益

$F_p(q_p, q_s) = \pi_p(q_p, q_s) + \theta\pi_s(q_s, q_p) - t$ 。一阶条件为：

$$\frac{\partial F_s(q_s, q_p^0)}{\partial q_s} \Big|_{q_s=q_s^0} = P(Q^0) - C_s'(q_s^0) - \theta q_s^0 = 0$$

$$\frac{\partial F_p(q_p, q_s^0)}{\partial q_p} \Big|_{q_p=q_p^0} = P(Q^0) - q_p^0 - C_p'(q_p^0) - \theta q_s^0 = 0$$

解得均衡产量满足：

$$d - q_p^0 - C_s'(q_s^0) = (\theta + 1)q_s^0 \quad (20)$$

$$q_p^0 = C_s'(q_s^0) - C_p'(q_p^0) \quad (21)$$

将式（20）和式（21）两边分别对 $\theta$ 求偏导可知：

$$\begin{aligned} -\frac{\partial q_p^0}{\partial \theta} - C_s''(q_s^0) \frac{\partial q_s^0}{\partial \theta} &= (\theta + 1) \frac{\partial q_s^0}{\partial \theta} + q_s^0 \\ \frac{\partial q_p^0}{\partial \theta} &= C_s''(q_s^0) \frac{\partial q_s^0}{\partial \theta} - C_p''(q_p^0) \frac{\partial q_p^0}{\partial \theta} \end{aligned}$$

联立方程可解得：

$$\begin{aligned} \frac{\partial q_p^0}{\partial \theta} &= \frac{C_s''(q_s^0) \frac{\partial q_s^0}{\partial \theta}}{1 + C_p''(q_p^0)} \\ -q_s^0 &= \left[ \theta + 1 + C_s''(q_s^0) + \frac{C_s''(q_s^0)}{1 + C_p''(q_p^0)} \right] \frac{\partial q_s^0}{\partial \theta} \end{aligned}$$

由 $C_s''(q_s^0) > 0$ 、 $C_p''(q_p^0) > 0$ 可知： $\frac{\partial q_s^0}{\partial \theta} < 0$ ， $\frac{\partial q_p^0}{\partial \theta} < 0$ 。因此，由 $Q^0 = q_s^0 + q_p^0$ 可

知有 $\frac{\partial Q^0}{\partial \theta} < 0$ 。

二、混改后分享知识

$$\pi_p(q_p, q_s) = P(Q)q_p - C_p(q_p)$$

$$\pi_s(q_s, q_p) = P(Q)q_s - C_{p1}(q_s)$$

类似地，一阶条件为：

$$\frac{\partial F_s(q_s, q_p^1)}{\partial q_s} \Big|_{q_s=q_s^1} = P(Q^1) - C_{p1}'(q_s^1) - \theta q_s^1 = 0$$

$$\frac{\partial F_p(q_p, q_s^1)}{\partial q_p} \Big|_{q_p=q_p^1} = P(Q^1) - q_p^1 - C_p'(q_p^1) - \theta q_s^1 = 0$$

解得均衡产量满足：

$$d - q_p^1 - C_{p1}'(q_s^1) = (\theta + 1)q_s^1 \quad (22)$$

$$q_p^1 = C_{p1}'(q_s^1) - C_p'(q_p^1) \quad (23)$$

将式（22）和式（23）两边分别对 $\theta$ 求偏导可知：

$$\begin{aligned} -\frac{\partial q_p^1}{\partial \theta} - C_{p1}''(q_s^1) \frac{\partial q_s^1}{\partial \theta} &= (\theta + 1) \frac{\partial q_s^1}{\partial \theta} + q_s^1 \\ \frac{\partial q_p^1}{\partial \theta} &= C_{p1}''(q_s^1) \frac{\partial q_s^1}{\partial \theta} - C_p''(q_p^1) \frac{\partial q_p^1}{\partial \theta} \end{aligned}$$

联立方程可解得：

$$\begin{aligned} \frac{\partial q_p^1}{\partial \theta} &= \frac{C_{p1}''(q_s^1) \frac{\partial q_s^1}{\partial \theta}}{1 + C_p''(q_p^1)} \\ -q_s^1 &= \left[ \theta + 1 + C_{p1}''(q_s^1) + \frac{C_{p1}''(q_s^1)}{1 + C_p''(q_p^1)} \right] \frac{\partial q_s^1}{\partial \theta} \end{aligned}$$

由 $C_{p1}''(q_s^1) > 0$ 、 $C_p''(q_p^1) > 0$ 可知： $\frac{\partial q_s^1}{\partial \theta} < 0$ ， $\frac{\partial q_p^1}{\partial \theta} < 0$ 。因此，由 $Q^1 = q_s^1 + q_p^1$ 可

知有 $\frac{\partial Q^1}{\partial \theta} < 0$ 。

由 $W^0(q_s^0, q_p^0) = dQ^0 - \frac{[Q^0]^2}{2} - C_p(q_p^0) - C_s(q_s^0)$ 可知：

$$\begin{aligned} \frac{\partial W^0(\theta)}{\partial \theta} &= \frac{\partial W^0(q_s^0, q_p^0)}{\partial \theta} \\ &= (d - Q^0) \left( \frac{\partial Q^0}{q_s^0} \cdot \frac{\partial q_s^0}{\partial \theta} + \frac{\partial Q^0}{q_p^0} \cdot \frac{\partial q_p^0}{\partial \theta} \right) - C_p'(q_p^0) \frac{\partial q_p^0}{\partial \theta} - C_s'(q_s^0) \frac{\partial q_s^0}{\partial \theta} \\ &= (d - Q^0) \left( \frac{\partial q_s^0}{\partial \theta} + \frac{\partial q_p^0}{\partial \theta} \right) - C_p'(q_p^0) \frac{\partial q_p^0}{\partial \theta} - C_s'(q_s^0) \frac{\partial q_s^0}{\partial \theta} \end{aligned}$$

由 $\frac{\partial q_s^0}{\partial \theta} < 0$ 、 $\frac{\partial q_p^0}{\partial \theta} < 0$ 、 $C_p'(q_p^0) > 0$ 以及 $C_s'(q_s^0) > 0$ 可知， $\frac{\partial W^0(\theta)}{\partial \theta} < 0$ 。同时，

$\lim_{\theta \rightarrow 0} W^0(\theta) = W^N$ 。因此，如果混改后无法实现知识分享，社会剩余将减少。

由 $W^1(q_s^1, q_p^1) = dQ^1 - \frac{[Q^1]^2}{2} - C_p(q_p^1) - C_{p1}(q_s^1)$ 可知：

$$\begin{aligned}
\frac{\partial W^1(\theta)}{\partial \theta} &= \frac{\partial W^1(q_s^1, q_p^1)}{\partial \theta} \\
&= (d - Q^1) \left( \frac{\partial Q^1}{\partial q_s^1} \cdot \frac{\partial q_s^1}{\partial \theta} + \frac{\partial Q^1}{\partial q_p^1} \cdot \frac{\partial q_p^1}{\partial \theta} \right) - C_p'(q_p^1) \frac{\partial q_p^1}{\partial \theta} - C_{p1}'(q_s^1) \frac{\partial q_s^1}{\partial \theta} \\
&= (d - Q^1) \left( \frac{\partial q_s^1}{\partial \theta} + \frac{\partial q_p^1}{\partial \theta} \right) - C_p'(q_p^1) \frac{\partial q_p^1}{\partial \theta} - C_{p1}'(q_s^1) \frac{\partial q_s^1}{\partial \theta}
\end{aligned}$$

由  $\frac{\partial q_s^1}{\partial \theta} < 0$ 、 $\frac{\partial q_p^1}{\partial \theta} < 0$ 、 $C_p'(q_p^1) > 0$  以及  $C_{p1}'(q_s^1) > 0$  可知， $\frac{\partial W^1(\theta)}{\partial \theta} < 0$ 。因此，在混改后可以激励知识分享的情况下，社会福利依旧是参股比例  $\theta$  的减函数，最优的混改股权结构一定在恰好激励知识分享的最小参股比例处取得。

#### 6.4 拓展分析 4.3 详细推导：

代表性消费者最大其剩余可得每个企业产品的逆需求函数为：

$$p_p(q_p, q_s) = d - q_p - \beta q_s$$

$$p_s(q_s, q_p) = d - q_s - \beta q_p$$

将产品逆需求函数代入消费者福利表达式可得  $CS(q_p, q_s) = \frac{1}{2}(q_p^2 + q_s^2 + 2\beta q_p q_s)$ 。

混改后，根据第二阶段知识转移与否，存在两个子博弈。企业 s 的利润可表示为  $\pi_s(\theta, k, q_s, q_p) = [d - q_s - \beta q_p - (c - k\delta x)]q_s$ ，企业 p 的利润为  $\pi_p(\theta, k, q_p, q_s) = [d - q_p - \beta q_s - (c - x)]q_p$ 。

企业 s 成为混合所有制企业后，更加重视利润，其经营目标为最大化利润和社会福利的加权平均，即：

$$\max_{q_s} F_s(\theta, k, q_s, q_p) = \theta \pi_s(\theta, k, q_s, q_p) + (1 - \theta)W(\theta, k, q_s, q_p)$$

企业 p 选择产量  $q_p$  最大化民营资本的收益，即：

$$\max_{q_p} F_p(\theta, k, q_p, q_s) = \pi_p(\theta, k, q_p, q_s) + \theta \pi_s(\theta, k, q_s, q_p) - t$$

均衡产量满足如下一阶条件：

$$\frac{\partial F_s(q_s, q_p^k(\theta))}{\partial q_s} \Big|_{q_s=q_s^k(\theta)} = d - 2q_s^k(\theta) - \beta q_p^k(\theta) - (c - k\delta x) + (1 - \theta)q_s^k(\theta) = 0$$

$$\frac{\partial F_p(q_p, q_s^k(\theta))}{\partial q_p} \Big|_{q_p=q_p^k(\theta)} = d - 2q_p^k(\theta) - \beta q_s^k(\theta) - (c - x) - \theta \beta q_s^k(\theta) = 0$$

联立方程可解得：

$$q_s^k(\theta) = \frac{(2-\beta)e + (2k\delta - \beta)x}{(2-\beta^2)(1+\theta)} = e \frac{2-\beta + (2k\delta - \beta)r}{(2-\beta^2)(1+\theta)}$$

$$q_p^k(\theta) = \frac{(1-\beta)e + (1-\beta k\delta)x}{2-\beta^2} = e \frac{1-\beta + (1-\beta k\delta)r}{2-\beta^2}$$

根据分享知识和不分享知识的收益差异决定知识分享条件，具体地，分享知识时民营资本的收益为：

$$F_p^1(\theta, t) = \pi_p^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) + \theta \pi_s^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) - t = [d - q_p^1(\theta) - \beta q_s^1(\theta) - (c-x)]q_p^1(\theta) + \theta[d - q_s^1(\theta) - \beta q_p^1(\theta) - (c-\delta x)]q_s^1(\theta) - t =$$

$$e^2 \frac{[1-\beta+(1-\beta\delta)r][1-\beta^2+\beta+(1-\beta^2+\beta\delta)r](1+\theta)^2 - \beta[2-\beta+(2\delta-\beta)r][1-\beta+(1-\beta\delta)r](1+\theta) + [2-\beta+(2\delta-\beta)r]^2\theta^2}{[(2-\beta^2)(1+\theta)]^2} - t$$

$t$

不分享知识时民营资本的收益为：

$$F_p^0(\theta, t) = \pi_p^0(q_p^0(\theta), q_s^0(\theta)) + \theta \pi_s^0(q_p^0(\theta), q_s^0(\theta)) - t = [d - q_p^0(\theta) - \beta q_s^0(\theta) - (c-x)]q_p^0(\theta) + \theta[d - q_s^0(\theta) - \beta q_p^0(\theta) - c]q_s^0(\theta) - t =$$

$$e^2 \frac{[(1-\beta^2)(1+r)+\beta](1-\beta+r)(1+\theta)^2 - \beta(2-\beta-\beta r)(1-\beta+r)(1+\theta) + (2-\beta-r\beta)^2\theta^2}{(2-\beta^2)^2(1+\theta)^2} - t$$

经过化简可知， $F_p^1(\theta, t) \geq F_p^0(\theta, t)$ 等价于：

$$\tilde{\mu}(\theta) = \{[(4-\beta^2)\delta + \beta^3 - 4\beta]r^2 + (\beta^3 - 2\beta^2 - 4\beta + 8)r\}\theta^2 + [(\beta^3 - 2\beta)r^2 + (\beta^3 - 2\beta)r]\theta + (\beta^2\delta - 2\beta)r^2 + 2(\beta^2 - \beta)r \geq 0$$

可知 $\tilde{\mu}(\theta)$ 是关于 $\theta$ 的一元二次函数。记 $\tilde{A}(\beta, \delta, r) = [(4-\beta^2)\delta + \beta^3 - 4\beta]r^2 + (\beta^3 - 2\beta^2 - 4\beta + 8)r$ ， $\tilde{B}(\beta, \delta, r) = (\beta^3 - 2\beta)r^2 + (\beta^3 - 2\beta)r$ ， $\tilde{C}(\beta, \delta, r) = (\beta^2\delta - 2\beta)r^2 + 2(\beta^2 - \beta)r$ 。其中：

$$\begin{aligned} \tilde{A}(\beta, \delta, r) &= [(4-\beta^2)\delta + \beta^3 - 4\beta]r^2 + (\beta^3 - 2\beta^2 - 4\beta + 8)r \\ &> [(4-\beta^2)\delta + \beta^3 - 4\beta]r^2 + (\beta^3 - 2\beta^2 - 4\beta + 8)r^2 \\ &= (4-\beta^2)\delta r^2 + (2\beta^3 - 2\beta^2 - 8\beta + 8)r^2 > 0 \end{aligned}$$

**定理 5 证明：**

易知 $\tilde{\mu}(\theta)$ 是开口向上的二次函数。其中 $\tilde{\mu}(0) = \tilde{C}(\beta, \delta, r) < 0$ ，因此只有当 $\tilde{\mu}(\frac{1}{2}) \geq 0$ 时， $\tilde{\mu}(\theta) = 0$ 才存在位于 $[0, \frac{1}{2}]$ 内的解。否则，任意 $\theta \in [0, \frac{1}{2}]$ ，均有 $\tilde{\mu}(\theta) < 0$ ，即任意股权结构均无法激励民企分享知识。下面讨论 $\tilde{\mu}(\frac{1}{2})$ 的符号。将 $\theta = \frac{1}{2}$ 代入 $\tilde{\mu}(\theta)$ 可知：

$$\tilde{\mu}\left(\frac{1}{2}\right) = r \frac{[3\beta^3 + 3\delta\beta^2 - 16\beta + 4\delta]r + 3\beta^3 + 6\beta^2 - 16\beta + 8}{4}$$

则可知，当 $[3\beta^3 + 3\delta\beta^2 - 16\beta + 4\delta]r \geq 16\beta - 6\beta^2 - 3\beta^3 - 8$ 时，有 $\tilde{\mu}(\frac{1}{2}) \geq 0$ 。

记  $l(\beta) = 3\beta^3 + 3\delta\beta^2 - 16\beta + 4\delta$ ,  $J(\beta) = 16\beta - 6\beta^2 - 3\beta^3 - 8$ , 已知对于  $\beta \in [0,1]$ , 有  $J(\beta) < 0$ 。同时,  $l'(\beta) = 9\beta^2 + 6\delta\beta - 16 < 9\beta^2 + 6\beta - 16 < 0$ , 因此  $l(\beta)$  单调递减, 又因为  $l(0) = 4\delta > 0$ ,  $l(1) = 7\delta - 13 < 0$ , 故对于任一吸收能力  $\delta$ , 存在唯一的  $\underline{\beta}(\delta)$  使得  $l(\underline{\beta}(\delta)) = 0$ , 且当  $\beta \in [0, \underline{\beta}(\delta)]$  时, 有  $l(\beta) \geq 0$ ; 当  $\beta \in (\underline{\beta}(\delta), 1]$  时,  $l(\beta) < 0$ 。因此有:

(1) 当  $\beta \in [0, \underline{\beta}(\delta)]$ ,  $l(\beta) \geq 0$ , 由于  $J(\beta) < 0$ , 故  $l(\beta) > J(\beta)$ , 因此对任意  $r \in (0,1)$  有  $\mu\left(\frac{1}{2}\right) > 0$  成立。因此,  $\tilde{\mu}(\theta)$  在  $\theta \in [0, \frac{1}{2}]$  内存在唯一解  $\underline{\theta}(\beta, \delta, r) = \frac{-\tilde{B}(\beta, \delta, r) + \sqrt{[\tilde{B}(\beta, \delta, r)]^2 - 4\tilde{A}(\beta, \delta, r)\tilde{C}(\beta, \delta, r)}}{2\tilde{A}(\beta, \delta, r)}$  使得  $\tilde{\mu}(\underline{\theta}(\beta, \delta, r)) = 0$ , 且当且仅当  $\theta \geq \underline{\theta}(\beta, \delta, r)$  时, 有  $\tilde{\mu}(\theta) \geq 0$  即  $F_p^1(\theta, t) \geq F_p^0(\theta, t)$ 。  $\underline{\theta}(\beta, \delta, r)$  即为激励知识分享的临界股权比例。

(2) 当  $\beta \in (\underline{\beta}(\delta), 1]$  时, 有  $l(\beta) < 0$ , 此时当且仅当  $r \leq \frac{J(\beta)}{l(\beta)}$  时, 才有  $\tilde{\mu}\left(\frac{1}{2}\right) \geq 0$ , 才存在唯一的知识转移分享股份  $\underline{\theta}(\beta, \delta, r) = \frac{-\tilde{B}(\beta, \delta, r) + \sqrt{[\tilde{B}(\beta, \delta, r)]^2 - 4\tilde{A}(\beta, \delta, r)\tilde{C}(\beta, \delta, r)}}{2\tilde{A}(\beta, \delta, r)}$ , 当且仅当  $\theta \geq \underline{\theta}(\beta, \delta, r)$  时, 有  $\tilde{\mu}(\theta) \geq 0$  即  $F_p^1(\theta, t) \geq F_p^0(\theta, t)$ 。否则, 任意股权结构均无法激励知识分享。

对于社会福利, 有:

$$\begin{aligned} \frac{\partial W^0(\theta)}{\partial \theta} &= \frac{\partial \pi_p^0(\theta)}{\partial \theta} + \frac{\partial \pi_s^0(\theta)}{\partial \theta} + \frac{\partial CS^0(\theta)}{\partial \theta} \\ &= [e + x - (q_p^0(\theta) + \beta q_s^0(\theta))] \frac{\partial q_p^0(\theta)}{\partial \theta} + [e - (q_s^0(\theta) \\ &\quad + \beta q_p^0(\theta))] \frac{\partial q_s^0(\theta)}{\partial \theta} \end{aligned}$$

由  $q_p^0(\theta) = e^{\frac{1-\beta+r}{2-\beta^2}}$ ,  $q_s^0(\theta) = e^{\frac{2-\beta-\beta r}{(2-\beta^2)(1+\theta)}}$ , 得  $\frac{\partial q_p^0(\theta)}{\partial \theta} = 0$ ,  $\frac{\partial q_s^0(\theta)}{\partial \theta} = -e^{\frac{2-\beta-\beta r}{(2-\beta^2)(1+\theta)^2}} < 0$ 。因此有  $\frac{\partial W^0(\theta)}{\partial \theta} < 0$ 。即若混改无法激励知识分享, 则混改无法提升社会总福利。

$$\begin{aligned} \frac{\partial W^1(\theta)}{\partial \theta} &= \{e + x - [q_p^1(\theta) + \beta q_s^1(\theta)]\} \frac{\partial q_p^1(\theta)}{\partial \theta} + \{e + x - [q_s^1(\theta) \\ &\quad + \beta q_p^1(\theta)]\} \frac{\partial q_s^1(\theta)}{\partial \theta} \end{aligned}$$

由  $q_p^1(\theta) = e^{\frac{1-\beta+(1-\beta\delta)r}{2-\beta^2}}$ ,  $q_s^1(\theta) = e^{\frac{2-\beta+(2\delta-\beta)r}{(2-\beta^2)(1+\theta)}}$ , 得  $\frac{\partial q_p^1(\theta)}{\partial \theta} = 0$ ,  $\frac{\partial q_s^1(\theta)}{\partial \theta} = -e^{\frac{2-\beta+(2\delta-\beta)r}{(2-\beta^2)(1+\theta)^2}} < 0$ 。因此有  $\frac{\partial W^1(\theta)}{\partial \theta} < 0$ 。即最优的混改股权结构只可能在恰好激励知识分享的阈值  $\underline{\theta}(\beta, \delta, r)$  取得。

$$\begin{aligned}
W^1(\theta) &= \pi_p^1(\theta) + \pi_s^1(\theta) + CS^1(\theta) \\
&= (e+x)q_p^1(\theta) + (e+\delta x)q_s^1(\theta) - \beta q_p^1(\theta)q_s^1(\theta) - \frac{1}{2}\{[q_p^1(\theta)]^2 + [q_s^1(\theta)]^2\} \\
&= e^2 \frac{(2-\beta^2)(1+r)[1-\beta+(1-\beta\delta)r](1+\theta) + (2+2\delta r-2\beta)[2-\beta+(2\delta-\beta)r]}{(2-\beta^2)^2(1+\theta)} \\
&\quad - e^2 \frac{[1-\beta+(1-\beta\delta)r]^2(1+\theta)^2 + [2-\beta+(2\delta-\beta)r]^2}{2(2-\beta^2)^2(1+\theta)^2}
\end{aligned}$$

又  $W^N = e^2 \frac{2\beta^3-2\beta^2-6\beta+7+(2\beta^3-2\beta^2-6\beta+6)r+(3-\beta^2)r^2}{2(2-\beta^2)^2}$ , 因此  $\frac{W^1(\underline{\theta}(\beta, \delta, r)) - W^N}{e^2} \geq 0$  等价于:

$$\begin{aligned}
&\frac{(2-\beta^2)(1+r)[1-\beta+(1-\beta\delta)r](1+\underline{\theta}(\beta, \delta, r)) + (2+2\delta r-2\beta)[2-\beta+(2\delta-\beta)r]}{(1+\underline{\theta}(\beta, \delta, r))} \\
&\quad - \frac{[1-\beta+(1-\beta\delta)r]^2(1+\underline{\theta}(\beta, \delta, r))^2 + [2-\beta+(2\delta-\beta)r]^2}{2(1+\underline{\theta}(\beta, \delta, r))^2} \\
&\quad - \frac{2\beta^3-2\beta^2-6\beta+7+(2\beta^3-2\beta^2-6\beta+6)r+(3-\beta^2)r^2}{2} \geq 0
\end{aligned}$$

对于  $\beta \in (0,1)$ 、 $r \in (0,1)$  和  $\delta \in (0,1)$ , 可画出相应的图像并判断社会福利变化。

### 6.5 拓展分析 4.4 详细推导:

混改后, 国有企业的目标为最大化国有股东和民营股东目标的加权平均, 即

$F_s(q_s, q_p) = \theta \pi_s(q_s, q_p) + (1-\theta)[W(q_p, q_s) + (1-\theta)\pi_s(q_s, q_p) + t]$ 。且:

$$\begin{aligned}
\max_{q_s} F_s(q_s, q_p) &= \theta \pi_s(q_s, q_p) + (1-\theta)[W(q_p, q_s) + (1-\theta)\pi_s(q_s, q_p) + t] \\
\iff \max_{q_s} F_s(q_s, q_p) &= W(q_s, q_p) + \left[1-\theta + \frac{\theta}{1-\theta}\right] \pi_s(q_s, q_p) + t \\
\iff \max_{q_s} F_s(q_s, q_p) &= W(q_s, q_p) + \alpha(\theta)\pi_s(q_s, q_p) + t
\end{aligned}$$

其中  $\alpha(\theta) = 1-\theta + \frac{\theta}{1-\theta}$ , 并且  $\alpha'(\theta) = \frac{1}{(1-\theta)^2} - 1 > 0$ 。一阶条件为:

$$\frac{dF_p(q_p, q_s^k(\theta))}{dq_p} \Big|_{q_p=q_p^k(\theta)} = p(Q^k(\theta)) - (c-x) - q_p^k(\theta) - \theta q_s^k(\theta) = 0.$$

$$\begin{aligned}
\frac{dF_s(q_s, q_p^k(\theta))}{dq_s} \Big|_{q_s=q_s^k(\theta)} &= p(Q^k(\theta)) - (c-k\delta x) + \alpha(\theta) [p(Q^k(\theta)) - (c-k\delta x) - q_s^k(\theta)] \\
&= 0
\end{aligned}$$

联立方程可解得:

$$q_s^k(\theta) = \frac{[1 + \alpha(\theta)] [p(Q^k(\theta)) - (c - k\delta x)]}{\alpha(\theta)} = m(\theta) [p(Q^k(\theta)) - (c - k\delta x)]$$

$$q_p^k(\theta) = p(Q^k(\theta)) - (c - x) - \theta m(\theta) [p(Q^k(\theta)) - (c - k\delta x)]$$

其中,  $m(\theta) = \frac{1+\alpha(\theta)}{\alpha(\theta)} = \frac{1-\theta}{(1-\theta)^2+\theta} + 1$ , 并且  $m'(\theta) = \frac{-\alpha'(\theta)}{\alpha^2(\theta)} < 0$ 。  $\theta m(\theta) = \frac{\theta(1-\theta)}{(1-\theta)^2+\theta} +$

$\theta$ , 可知  $[\theta m(\theta)]' = \frac{1-2\theta}{(\theta^2-\theta+1)^2} + 1 > 0$ , 使得  $\theta m(\theta) < \frac{1}{2}m(\frac{1}{2}) = \frac{5}{6} < 1$ , 因此  $q_p^k(\theta) >$

0.

因为  $Q^k(\theta) = q_p^k(\theta) + q_s^k(\theta) = p(Q^k(\theta)) - (c - x) + (1 - \theta)m(\theta) [p(Q^k(\theta)) - (c - k\delta x)] = e + x - Q^k(\theta) + (1 - \theta)m(\theta)[e + k\delta x - Q^k(\theta)]$ , 因此有:

$$Q^k(\theta) = \frac{[n(\theta) + 1]e + [k\delta n(\theta) + 1]x}{n(\theta) + 2}$$

其中  $n(\theta) = (1 - \theta)m(\theta)$ , 并且  $n'(\theta) < 0$ 。可见,  $Q^k(\theta)$  的结构与基准模型中的

(11) 式类似。进一步地, 两家公司的均衡利润为:

$$\begin{aligned} \pi_p(q_p^k(\theta), q_s^k(\theta)) &= [p(Q^k(\theta)) - (c - x)] q_p^k(\theta) \\ &= [p(Q^k(\theta)) - (c - x)]^2 \\ &\quad - \theta m(\theta) [p(Q^k(\theta)) - (c - x)] [p(Q^k(\theta)) - (c - k\delta x)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_s(q_s^k(\theta), q_s^k(\theta)) &= [p(Q^k(\theta)) - (c - k\delta x)] q_s^k(\theta) \\ &= m(\theta) [p(Q^k(\theta)) - (c - k\delta x)]^2 \end{aligned}$$

民营资本的收益为:

$$\begin{aligned} F_p^k(q_p^k(\theta), q_s^k(\theta)) &= \pi_p(q_p^k(\theta), q_s^k(\theta)) + \theta \pi_s(q_s^k(\theta), q_p^k(\theta)) - t \\ &= [p(Q^k(\theta)) - (c - x)]^2 - \theta m(\theta)(1 - k\delta)x [p(Q^k(\theta)) - (c - k\delta x)] - t \\ &= \left[ \frac{e + [(1 - k\delta)n(\theta) + 1]x}{n(\theta) + 2} \right]^2 - (1 - k\delta)x\theta m(\theta) \frac{e + (2k\delta - 1)x}{n(\theta) + 2} - t \end{aligned}$$

因此,  $F_p^1(q_p^1(\theta), q_s^1(\theta)) \geq F_p^0(q_p^0(\theta), q_s^0(\theta))$  等价于:

$$\begin{aligned} &\frac{\{e + [(1 - \delta)n(\theta) + 1]x\}^2 - \{e + [n(\theta) + 1]x\}^2}{[n(\theta) + 2]^2} \\ &\geq x\theta m(\theta) \cdot \frac{(1 - \delta)[e + (2\delta - 1)x] - (e - x)}{n(\theta) + 2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\Leftrightarrow \frac{2ex[-\delta n(\theta)] + x^2[(\delta^2 - 2\delta)n(\theta)^2 - 2\delta n(\theta)]}{[n(\theta) + 2]^2} \\
&\geq x\theta m(\theta) \cdot \frac{-\delta e + (3\delta - 2\delta^2)x}{n(\theta) + 2} \\
&\Leftrightarrow -2en(\theta) + x[(\delta - 2)n^2(\theta) - 2n(\theta)] \\
&\geq \theta m(\theta) \cdot [-e + (3 - 2\delta)x] \cdot [n(\theta) + 2] \\
&\Leftrightarrow x(\delta - 2)(1 - \theta)n^2(\theta) - 2(e + x)(1 - \theta)n(\theta) + \theta n(\theta) \cdot [e - (3 - 2\delta)x] \\
&\quad \cdot [n(\theta) + 2] \geq 0 \\
&\Leftrightarrow \{x(\delta - 2)(1 - \theta) + \theta[e - (3 - 2\delta)x]\}n(\theta) + 2\theta \cdot [e - (3 - 2\delta)x] \\
&\quad - 2(e + x)(1 - \theta) \geq 0 \\
&\Leftrightarrow \{\theta + [\delta - 2 - (1 - \delta)\theta]r\}n(\theta) + (4\theta - 2) - [(4 - 4\delta)\theta + 2]r \geq 0 \\
&\Leftrightarrow v(\theta) = \frac{\theta n(\theta) + 4\theta - 2}{(4 - 4\delta)\theta - [(\delta - 2) - (1 - \delta)\theta]n(\theta) + 2} \geq r
\end{aligned}$$

下面考察函数 $v(\theta)$ 的性质，对 $v(\theta)$ 进行恒等变换可知：

$$\begin{aligned}
v(\theta) &= \frac{\theta n(\theta) + 4\theta - 2}{(1 - \delta)[\theta n(\theta) + 4\theta - 2] + 2\delta - (\delta - 2)n(\theta)} \\
&= \frac{1}{1 - \delta + \frac{2\delta - (\delta - 2)n(\theta)}{\theta n(\theta) + 4\theta - 2}}
\end{aligned}$$

记 $v_1(\theta) = 2\delta - (\delta - 2)n(\theta)$ ， $v_2(\theta) = \theta n(\theta) + 4\theta - 2$ 。易知 $\frac{dv_1(\theta)}{d\theta} < 0$ ， $\frac{dv_2(\theta)}{d\theta} > 0$ 。由 $v_1(0) = 4$ ， $v_1\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{7}{6}\delta + \frac{5}{3}$ ，可知 $v_1(\theta) > 0$ 。由 $v_2(0) = -2$ ， $v_2\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{5}{12}$ 可知，存在 $\theta'$ 使得 $v_2(\theta') = 0$ 。且由于 $v_2\left(\frac{1}{3}\right) < 0$ 及 $v_2\left(\frac{2}{5}\right) > 0$ 可知 $\theta' \in \left(\frac{1}{3}, \frac{2}{5}\right)$ 。

- 1) 当 $\theta < \theta'$ 时，有 $\frac{v_1(\theta)}{v_2(\theta)} < \frac{v_1(\theta')}{v_2(\theta')} = \frac{2\delta - (\delta - 2)n(\theta')}{-2} = \frac{2\delta - (\delta - 2)\frac{2 - 4\theta'}{\theta'}}{-2} = \frac{(6 - \frac{2}{\theta'})\delta + \frac{4}{\theta'} - 8}{-2} \leq -1$ ，因此有 $v(\theta) = \frac{1}{1 - \delta + \frac{v_1(\theta)}{v_2(\theta)}} < 0$ 。
- 2) 当 $\theta \geq \theta'$ 时， $v_1(\theta) > 0$ 和 $v_2(\theta) > 0$ ，由 $\frac{dv_1(\theta)}{d\theta} < 0$ ， $\frac{dv_2(\theta)}{d\theta} > 0$ 可知， $\frac{v_1(\theta)}{v_2(\theta)}$ 是 $\theta$ 的减函数，故 $v(\theta) = \frac{1}{1 - \delta + \frac{v_1(\theta)}{v_2(\theta)}}$ 是 $\theta$ 的增函数。

综上，在 $\theta \in \left[0, \frac{1}{2}\right]$ 内 $v(\theta)$ 的最大值一定在 $\theta = \frac{1}{2}$ 取得， $v\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{5}{73 - 39\delta}$ 。因此，当 $r > \frac{5}{73 - 39\delta}$ 时，参股式混改无法激励隐性知识分享。只有当 $r \leq \frac{5}{73 - 39\delta}$ 时，给予民营资本超过阈值 $\underline{\theta}$ 的股权，才能激励其分享隐性知识。其中， $\underline{\theta}$ 满足 $v(\underline{\theta}) = r$ 。该结论与基准模型的定理 1 类似。因此，激励知识分享的阈值结构特征保持稳健。

与基准模型类似，对于社会福利而言，有如下结果：

$$\frac{dW^0(\theta)}{d\theta} = e \frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} - Q^0(\theta) \frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} = [e - Q^0(\theta)] \frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} = \frac{(e - x)^2 n'(\theta)}{[n(\theta) + 2]},$$

由 $Q^0(\theta) = \frac{[n(\theta)+1]e+x}{n(\theta)+2}$ 可得,  $\frac{dQ^0(\theta)}{d\theta} = \frac{(e-x)n'(\theta)}{[n(\theta)+2]^2} < 0$ , 因此 $\frac{dW^0(\theta)}{d\theta} < 0$ 。

$$\frac{dW^1(\theta)}{d\theta} = (e + \delta x) \frac{dQ^1(\theta)}{d\theta} - Q^1(\theta) \frac{dQ^1(\theta)}{d\theta} = [e + \delta x - Q^1(\theta)] \frac{dQ^1(\theta)}{d\theta},$$

由 $Q^1(\theta) = \frac{[n(\theta)+1]e+[\delta n(\theta)+1]x}{n(\theta)+2}$ 可得,  $\frac{dQ^1(\theta)}{d\theta} = \frac{[e+(2\delta-1)x]n'(\theta)}{[n(\theta)+2]^2} < 0$ , 因此 $\frac{dW^1(\theta)}{d\theta} < 0$ 。

因此, 若混改后无法实现知识分享, 则无法提升社会福利; 混改后的最优股权结构一定在恰好激励知识分享的股权阈值处取得。

## 6.6 拓展分析 4.5 详细推导:

混改后, 因为国有企业具有利润目标, 此时中间品价格可高于边际成本。证明如下:

首先, 混改后民营企业分享隐性知识, 此时有:

$$\pi_p(p) = [p - (c - x) - i]Q(p)$$

$$\pi_s(i, p) = [i - (c - \delta x)]Q(p)$$

民营企业的目标函数为:  $F_p(i, p) = \pi_p(p) + \theta\pi_s(i, p)$

国有企业的目标函数为:  $F_s(i, p) = \theta\pi_s(i, p) + (1 - \theta)W(p)$

民营企业最大化目标函数的一阶条件为:

$$\frac{\partial F_p(p, i)}{\partial p} = Q(p) + [p - (c - x) - i]Q'(p) + \theta[i - (c - \delta x)]Q'(p) = 0$$

解得:

$$p(i) = \frac{d + (1 + \theta)c - (1 + \delta\theta)x + (1 - \theta)i}{2}$$

将 $p(i)$ 代入民营企业的目标函数中可知:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial F_p(p(i), i)}{\partial i} \Big|_{p=p(i)} \\ &= \left( \frac{\partial p(i)}{\partial i} - 1 \right) Q(p) + [p - (c - x) - i]Q'(p) \frac{\partial p(i)}{\partial i} \\ &+ \theta \left\{ [i - (c - \delta x)]Q'(p) \frac{\partial p(i)}{\partial i} + Q(p) \right\} \\ &= \left( \frac{\partial p(i)}{\partial i} + \theta - 1 \right) Q(p) \\ &+ \{ [p - (c - x) - i] + \theta[i - (c - \delta x)] \} Q'(p) \frac{\partial p(i)}{\partial i} < 0 \end{aligned}$$

因此, 中间投入品的成本越低, 混改后民营资本的收益越高, 因此民营企业总有激励分享知识降低国有企业的边际成本。接下来考虑上游国有企业对中间投入品的定价策略, 即国有企业是否会将中间品价格定在边际生产成本。将 $p(i)$ 代入国有企业的目标函数并对 $i$ 求导可得:

$$\begin{aligned}\frac{\partial F_s(i, p(i))}{\partial i} &= \theta \left\{ [i - (c - \delta x)] Q'(p) \frac{\partial p(i)}{\partial i} + Q(p) \right\} \\ &+ (1 - \theta) \left\{ [p(i) - 2c + (1 + \delta)x] Q'(p) \frac{\partial p(i)}{\partial i} \right\}\end{aligned}$$

1) 若  $\frac{\partial F_s(i, p(i))}{\partial i} \Big|_{i=c-\delta x} < 0$ , 则有  $\frac{\partial F_s(i, p(i))}{\partial i} < 0$  恒成立, 此时国有企业会将中间品价格定在边际生产成本上。

2) 若  $\frac{\partial F_s(i, p(i))}{\partial i} \Big|_{i=c-\delta x} > 0$ , 则国有企业会将中间品价格定为高于边际生产成本。接下来讨论  $\frac{\partial F_s(i, p(i))}{\partial i} \Big|_{i=c-\delta x}$  的符号。

$$\begin{aligned}\frac{\partial F_s(i, p(i))}{\partial i} \Big|_{i=c-\delta x} &= \theta Q(p) - (1 - \theta) [p(i) - 2c + (1 + \delta)x] \frac{\partial p(i)}{\partial i} \\ &= \theta [d - p(c - \delta x)] - (1 - \theta) [p(c - \delta x) - 2c + (1 + \delta)x] \frac{\partial p(i)}{\partial i} \\ &= \theta \left[ d - \frac{d + (1 + \theta)c - (1 + \delta\theta)x + (1 - \theta)(c - \delta x)}{2} \right] \\ &- (1 - \theta) \left[ \frac{d + (1 + \theta)c - (1 + \delta\theta)x + (1 - \theta)(c - \delta x)}{2} - 2c \right. \\ &\left. + (1 + \delta)x \right] \frac{1 - \theta}{2} \\ &= \frac{\theta [d - 2c + (1 + \delta)x]}{2} - \frac{(1 - \theta)^2 [d - 2c + (1 + \delta)x]}{4} \\ &= \frac{[d - 2c + (1 + \delta)x]}{4} [2\theta - (1 - \theta)^2] \\ &= \frac{[d - 2c + (1 + \delta)x]}{4} [-\theta^2 + 4\theta - 1]\end{aligned}$$

由于  $p(i) - 2c + (1 + \delta)x > 0$ , 因此有  $d - 2c + (1 + \delta)x > 0$ , 因此  $\frac{\partial F_s(i, p(i))}{\partial i} \Big|_{i=c-\delta x}$  取决于  $-\theta^2 + 4\theta - 1$  的符号。易得, 当  $\theta > 2 - \sqrt{3}$  时, 有  $\frac{\partial F_s(i, p(i))}{\partial i} \Big|_{i=c-\delta x} > 0$ , 此时国有企业会将中间投入品的价格定为高于边际生产成本。当  $\theta \leq 2 - \sqrt{3}$  时, 国有企业均会选择将中间品价格定为边际生产成本  $c - \delta x$ 。

## 6.7 拓展分析 4.6 详细推导:

### 定理 6 证明:

#### 1. 先证必要性。

由中类型和低类型的激励相容条件可得:

$$F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) - F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_l) \geq \pi_p^N(r_m) - \pi_p^N(r_l)$$

由中类型和高类型的激励相容条件可得：

$$F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) - F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_h) \geq \pi_p^N(r_m) - \pi_p^N(r_h)$$

其中：

$$F_p^1(\theta, t) = e^2 \left\{ \frac{r+[f(\theta)+1]r^2}{f(\theta)+2} + \frac{(1-r)^2}{[f(\theta)+2]^2} \right\} - t, \quad F_p^0(\theta, t) = e^2 \left\{ \frac{r+[f(\theta)+1]r^2}{f(\theta)+2} + \frac{(1-r)^2}{[f(\theta)+2]^2} \right\} - t.$$

首先， $F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) - F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_h) \geq \pi_p^N(r_m) - \pi_p^N(r_h)$ 等价于：

$$e^2 \left\{ \frac{r_m + [f(\underline{\theta}(r_m)) + 1]r_m^2}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 2} + \frac{(1-r_m)^2}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2} \right\} - e^2 \left\{ \frac{r_h + [f(\underline{\theta}(r_m)) + 1]r_h^2}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 2} + \frac{(1-r_h)^2}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2} \right\} \geq e^2(r_m^2 - r_h^2)$$

即：

$$\frac{r_m - r_h + [f(\underline{\theta}(r_m)) + 1](r_m^2 - r_h^2)}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 2} + \frac{-(2 - r_m - r_h)(r_m - r_h)}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2} \geq r_m^2 - r_h^2$$

由于 $r_m - r_h < 0$ ，两边同除以 $r_m - r_h$ 可得：

$$\frac{1 + [f(\underline{\theta}(r_m)) + 1](r_m + r_h)}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 2} - \frac{(2 - r_m - r_h)}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2} \leq r_m + r_h$$

进一步整理可得：

$$\begin{aligned} & \frac{1}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 2} - \frac{2}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2} \\ & \leq \left\{ 1 - \frac{f(\underline{\theta}(r_m)) + 1}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 2} - \frac{1}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2} \right\} (r_m + r_h) \end{aligned}$$

即：

$$\frac{f(\underline{\theta}(r_m)) + 1}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2} (r_m + r_h) \geq \frac{f(\underline{\theta}(r_m))}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2}$$

$$\text{即： } r_m + r_h \geq \frac{f(\underline{\theta}(r_m))}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 1} = 1 - \underline{\theta}(r_m), \quad r_h \geq 1 - \underline{\theta}(r_m) - r_m = \hat{r}_h(r_m).$$

因此，在 $r_h \in (\lambda(\delta), 1)$ 内，只有当 $r_h \geq \hat{r}_h(r_m)$ 时，中类型和高类型的激励相容条件才成立。

其次， $F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) - F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_l) \geq \pi_p^N(r_m) - \pi_p^N(r_l)$ 等价于：

$$\frac{(1-\delta)(r_m - r_l) + (1-\delta)[(1-\delta)f(\underline{\theta}(r_m)) + 1](r_m^2 - r_l^2)}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 2} + \frac{(2\delta - 1)(r_m - r_l)[2 + (2\delta - 1)(r_m + r_l)]}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2} \geq r_m^2 - r_l^2$$

即：

$$(r_m + r_l) \left\{ \frac{(1-\delta)[(1-\delta)f(\underline{\theta}(r_m)) + 1]}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 2} + \frac{(2\delta - 1)^2}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2} \right\} + \frac{1-\delta}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 2} + \frac{2(2\delta - 1)}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2} \geq r_m + r_l$$

$$\text{记 } a(r_m) = \frac{(1-\delta)[(1-\delta)f(\underline{\theta}(r_m)) + 1]}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 2} + \frac{(2\delta - 1)^2}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2}, \quad b(r_m) = \frac{1-\delta}{f(\underline{\theta}(r_m)) + 2} + \frac{2(2\delta - 1)}{[f(\underline{\theta}(r_m)) + 2]^2},$$

定义 $\hat{r}_l(r_m) = \frac{b(r_m)}{1-a(r_m)} - r_m$ ，则可得 $r_l \leq \hat{r}_l(r_m)$ 。因此，在 $r_l \in (0, \underline{r}(\delta))$ 内，只有当 $r_l \leq \hat{r}_l(r_m)$ 时，中类型和低类型企业的激励相容条件才成立。

特别地，当 $\delta = 1$ 时，可知有 $\hat{r}_l(r_m) = \frac{2[\underline{\theta}(r_m)]^2}{2\underline{\theta}(r_m) + 1} - r_m$ ，此时可证明有：对于 $r_l \in (0, \underline{r}(1))$ 以及 $r_m \in [\underline{r}(1), \frac{1}{6}]$ ，有 $r_l \leq \hat{r}_l(r_m)$ 恒成立。即此时低类型企业不会模仿中类型企业。具体证明如下：

首先，证明 $\hat{r}_l(r_m)$ 是 $r_m$ 的减函数，只需证 $\frac{d\hat{r}_l(r_m)}{dr_m} = \frac{4[\underline{\theta}(r_m)]^2 + 4\underline{\theta}(r_m)}{4[\underline{\theta}(r_m)]^2 + 4\underline{\theta}(r_m) + 1} \cdot \frac{d\underline{\theta}(r_m)}{dr_m} - 1 < 0$ ，即只需证 $\frac{4[\underline{\theta}(r_m)]^2 + 4\underline{\theta}(r_m)}{4[\underline{\theta}(r_m)]^2 + 4\underline{\theta}(r_m) + 1} \cdot \frac{d\underline{\theta}(r_m)}{dr_m} < 1$ 。由 $\underline{\theta}(r_m) = \frac{1+r_m + \sqrt{r_m^2 + 14r_m + 1}}{6}$ ，可得：

$$\begin{aligned} & \frac{4[\underline{\theta}(r_m)]^2 + 4\underline{\theta}(r_m)}{4[\underline{\theta}(r_m)]^2 + 4\underline{\theta}(r_m) + 1} \cdot \frac{d\underline{\theta}(r_m)}{dr_m} \\ &= \frac{1}{6\sqrt{r_m^2 + 14r_m + 1}} \\ & \cdot \frac{[4(1+r_m + \sqrt{r_m^2 + 14r_m + 1})^2 + 24(1+r_m + \sqrt{r_m^2 + 14r_m + 1})](r_m + 7 + \sqrt{r_m^2 + 14r_m + 1})}{4(1+r_m + \sqrt{r_m^2 + 14r_m + 1})^2 + 24(1+r_m + \sqrt{r_m^2 + 14r_m + 1}) + 36} \end{aligned}$$

记 $a = 1 + r_m + \sqrt{r_m^2 + 14r_m + 1}$ ，则 $a \leq 3$ ，令 $u(a) = \frac{[4a^2 + 24a](a+6)}{4a^2 + 24a + 36}$ ，则有 $\frac{du(a)}{da} =$

$\frac{4(a+6)(a^2+3a+18)}{(a+3)^3} > 0$ ，因此  $u(a) \leq u(3) = \frac{27}{4}$ ，又因为  $\underline{r}(1) \approx 0.043 > 0.04$ ，因此

$r_m > 0.04$ ，故有  $\frac{1}{6\sqrt{r_m^2+14r_m+1}} < \frac{1}{6\sqrt{0.04^2+14*0.04+1}}$ ，因此有：

$$\frac{4[\underline{\theta}(r_m)]^2 + 4\underline{\theta}(r_m)}{4[\underline{\theta}(r_m)]^2 + 4\underline{\theta}(r_m) + 1} \cdot \frac{d\underline{\theta}(r_m)}{dr_m} < \frac{27}{4} \cdot \frac{1}{6\sqrt{0.04^2 + 14 * 0.04 + 1}} < 1$$

因此有  $\frac{d\hat{r}_l(r_m)}{dr_m} < 0$ ，因此有  $\hat{r}_l(r_m) \geq \hat{r}_l\left(\frac{1}{6}\right) = \frac{1}{12} > \underline{r}(1) \approx 0.043$ ，故当  $\delta = 1$  时有

$\hat{r}_l(r_m) \geq r_l$  对于  $r_l \in (0, \underline{r}(1))$  及  $r_m \in [\underline{r}(1), \frac{1}{6}]$  恒成立。

2. 再证充分性。

由  $r_l \leq \hat{r}_l(r_m)$  可得  $F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) - F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_l) \geq \pi_p^N(r_m) - \pi_p^N(r_l)$ 。

由  $r_h \geq \hat{r}_h(r_m)$  可得  $F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) - F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_h) \geq \pi_p^N(r_m) - \pi_p^N(r_h)$ 。

当  $t(r_m) = \bar{t}(r_m)$  时，有  $F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) - \pi_p^N(r_m) = 0$ ，因此有  $F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_l) - \pi_p^N(r_l) \leq 0$  及  $F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_h) - \pi_p^N(r_h) \leq 0$ 。即有：

中类型和低类型达成激励相容：

$$F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) = \pi_p^N(r_m), \quad F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_l) \leq \pi_p^N(r_l)$$

以及中类型和高类型达成激励相容：

$$F_p^1(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_m) = \pi_p^N(r_m), \quad F_p^0(\underline{\theta}(r_m), t(r_m); r_h) \leq \pi_p^N(r_h)$$