



Munich Personal RePEc Archive

# **Protection of Minority Shareholders, Ownership Structure and Corporate Valuation**

Chen, Yan

Center for Economic Research, Shandong University

November 2007

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/12427/>

MPRA Paper No. 12427, posted 03 Jan 2009 15:28 UTC

# 中小投资者保护、股权结构与公司价值

陈言<sup>\*♦</sup>

(山东大学经济研究院(中心), 济南, 250100)

**内容摘要:** 本文目的是研究我国投资者法律保护、股权结构与公司价值的关系。近些年的公司治理文献中, “隧道效应”, 即公司控股股东牺牲中小股东利益以自利, 引起了广泛关注。本文中我们构建了一个简单模型, 考察公司治理的内外部机制——内部股权结构与外部法律和监管——对该效应的抑制, 并分析了它们对于公司价值的影响。最后利用我国 110 家上市公司的面板数据检验了理论模型的预测。实证表明, 好的投资者保护和适当的股权结构都有利于提升公司价值。

**关键词:** 投资者保护 法律监管 股权结构 公司价值 面板估计

**中图分类号:** F830.91 **文献标识码:** A

## Protection of Minority Shareholders, Ownership Structure and Corporate Valuation

Chen Yan

(Center For Economic Research, Shandong University)

**Abstract:** The purpose of this paper is to investigate the relationship between investor protection and corporate valuation. “Tunneling effects” which means that the controlling shareholders enrich themselves by expropriating the rights and interests of minor shareholders are usually referred in recent literatures of corporate finance. In this paper, we build a simple model which combines the firm’s inside ownership structure with outside law and regulation surrounding in order to inhibit “Tunneling effects” and then analyze their effects on corporate valuation. Finally, we test the propositions obtained from the model using a sample of 110 firms listed in Chinese stock market. The empirical results show that better protection of minority shareholders and appropriate ownership structures help to elevate the valuation of firms.

**Key words:** Investor protection, Law and regulation, Ownership structure, Corporate valuation, Panel data estimate

**JEL:** G32, G38, K22

---

\*本文写作中, 得到黄少安教授, 李增刚副教授, 韦倩博士, 陈屹立博士有益的帮助和评论, 本文曾参加第六届中国法经济学论坛, 受益很多, 一并表示感谢。当然文责自负。

♦陈言, 男, 山东大学经济研究院(中心)博士研究生。通讯地址: 山东大学东区新校经济研究院(中心), 邮编: 250100。电话: 0531-88364000, EMAIL: chenyan03@gmail.com.

## 一、引言

良好的金融市场会对经济增长产生促进作用，这一点已为大量的研究所证实（Levine 2005）。一个繁荣的金融市场离不开投资者尤其是众多中小投资者的参与。构成市场主体的中小投资者权益保护的优劣，很大程度上决定了证券市场能否有效持续发展。然而，即使在发达的资本市场上，中小投资者的权益经常遭受来自公司内部人（控股股东与管理层）的各种侵害，例如 2001 年的“安然”和“世通”事件。

传统的公司治理文献强调由于股份公司所有权与经营权的分离，引起投资者与管理层与之间的利益冲突（Jensen and Meckling, 1976），从而导致投资者权益遭受侵害，比如管理者会追求个人利益最大化，而非股东利益的最大化。这方面的研究参见 Allen and Gale, (2001)。国内学者如魏建 (2004)研究了在国有企业改革过程中的 MBO 模式，分析了管理层对于股东权益影响。

然而，股东和管理者之间可能存在的利益冲突并不是投资者权益遭受侵害的唯一形式。近年来，另一种形式的利益冲突引起了更多的关注——公司的控股股东为自利而牺牲中小股东的利益。正如 LaPorta, Lopez-de-Silanes, Shleifer and Vishny (2002)所指出的，“全世界大公司的核心代理问题都是如何限制控股股东侵害小股东的利益”。通过金字塔式或交叉持股的方式，大股东可以用较小的现金流所有权（实际持有的股份份额）获取上市公司的控制权，而这一点在东亚国家中尤其显著（Claessens, Djankov and Lang, 2000）。公司控制权与现金流所有权的分离，使得公司的内部人有可能获取“私人控制收益”（Grossman and Hart 1998），将上市公司的资源转移到自己手中，也就是常提及的“大股东利益输送”<sup>1</sup>。Johnson, LaPorta, Lopez-de-Silanes和Shleifer(2000)用“隧道效应”（tunneling effects）来描述这一现象。“隧道效应”的直接后果将会影响投资者对上市公司的市场估值，而公司价值的下降，又会阻碍公司直接融资，从而导致金融市场发展缓慢。

在中国，股票市场自从20世纪90年代初开放以来，截至2006年底，市场规模上升至全球第10位，亚洲第三位。股市市值与当年之比提高至42.69%。然而在我国股票市场上，上市公司普遍是由大股东控制的公众公司，掌握控制权的大股东与外部中小投资者的利益常常发生冲突。“隧道效应”一直伴随我国股票市场的发展，并且与发达股票市场相比尤为严重，这方面的实证研究参见唐宗明、蒋位（2001）。因此，克服或者抑制控股股东的“隧道效应”，有效保护投资者权益是我国市场股票能否有效持续发展的关键因素。

本文剩余部分的结构安排如下：第二节回顾文献中关于克服或抑制“隧道效应”，保护投资者权益的理论与实证研究，本文将其总结为内部与外部保护机制；第三节将第二部分中的两个机制统一在一个简单模型中，分析它们各自以及交互的对公司价值的影响；第四部分中将利用我国上市公司的数据来检验模型中得出的命题；最后为结论部分。

## 二、文献回顾

根据传统的公司金融理论，在理想状态下，当不存在控制人与中小投资者的信息不对称与交易成本时，公司价值不受其他法律、社会习俗以及股权结构的影响。公司的价值体现的是公司现在与未来给投资者回报支付的能力，不受公司实际控制人以及经理行为的影响。一旦他们选择偏离最优，投资者会迅速做出反应，或要求行为人改正错误，或直接选择“用脚投票”，卖出股票，不给与融资。

然而理想条件在现实中根本不存在，正式与非正式制度、股权结构、公司治理结构会明

---

<sup>1</sup> “利益输送”的方式多种多样，比如过高的高管薪酬，贷款担保，转移定价，关联交易，占用上市公司资金等，有时甚至是直接盗取上市公司资源。

显影响公司融资和公司价值。当控股股东利用较少的现金流权（实际持有的股权）而享有公司的控制权时，他的行为可能会偏离最大化所有股东利益的目标（即公司价值最大化），而是追求私人控制收益最大化（Grossman and Hart, 1998）。当公司的控制人不再选择最大化公司价值，外部投资者就会降低对公司股票的估价，其投资更加谨慎。从而企业将难以获取发展亟需的资金，同时也限制了金融市场的功效（LLSV1998, 2002）。当企业一旦很难获取外部融资时，控股股东又会加大对中小投资者的盘剥，从而形成恶性循环。

如何才能改变此循环，克服或者抑制控股股东的“隧道效应”呢？现有文献中有两种主要的观点，一种强调通过公司的内部治理机制来保护投资者。公司治理的文献强调通过公司内部治理模式，特别是股权结构，来影响公司价值。LLSV（2002）的研究发现控股股东对现金流的控制权对公司价值存在激励效应，国内的研究如陈小悦、徐晓东（2003）也发现类似的结论。而其他的研究发现，剩余股权（除去控股股东的股权）的分布也同样影响公司绩效和价值。特别地，一个第二股东具有更大股份份额的公司具有更高的公司价值，这是因为剩余股权越集中，其他股东对控股股东行为的监督更有效（LaPorta, Lopez-de-Silanes和Shleifer（1999）, Pagano and Roel,（1998））。白重恩等（2005）对中国上市公司的研究也表明其他大股东的持股比例越高，企业的市场价值将会越高。

另一种是法与金融的观点，强调法律（法律制度和执行）通过对投资者权利的保障，会改善公司治理，提高公司绩效，提升公司价值。这实质是外部治理的方式。LLSV（2002）的跨国实证研究发现：良好的投资者保护抑制了控股股东对小股东的侵吞行为，对公司价值具有正的效应；投资者的法律保护程度与所有权集中度负相关。投资者权利保护的提高，使得控股股东的私人控制权收益下降，所有权趋于分散和公众化（Dyck和Zingales 2003）。其他的研究如Johnson, McMillan, Woodruff（2002）和Beck, Demirgüç-Kunt, Levine（2003），分析了法律保护与企业融资的关系，都支持法律保护的正向作用。

国内一些学者也开始尝试使用法与金融理论来分析中国的资本市场与公司金融。沈艺峰等（2004）分析了投资者法律保护与IPO首日收益率的关系。沈艺峰等（2005）采用多元回归分析方法考察了我国证券市场不同历史阶段里中小投资者法律保护与公司权益资本成本的变化关系。他们的研究认为在我国法律保护具有正向作用。袁振兴、杨淑娥（2006）将LLSV（2000）法律保护对公司红利分配政策的研究应用到中国股票市场，纵向分析了我国现金股利政策。他们的到的结论与LLSV（2000）相同：法律保护是影响公司现金股利政策的一个重要因素。

上述文献的研究都支持了法与金融理论的观点——法律对投资者保护的加强，促进了公司金融发展。同时我们发现，股权结构（控股股东和剩余股权集中度）与法律保护对于公司价值都起作用。以上的研究大都集中于法律保护、股权结构对公司价值的某一方面，本文试图将把上述两种机制——内部治理机制和外部法律与监管机制统一在一个模型框架中，分析它们各自、以及交互的对于公司价值的影响。在内部机制上，本文主要讨论了公司的股权结构对于控股股东的“隧道效应”的影响；外部机制则主要考虑相关经济法律与行政监管。

### 三、模型

本文参照了LLSV（2002）与Shleifer和Wolfenzon（2002）的模型，在他们的基础上，加入了内部监督与剩余股权结构等因素<sup>2</sup>，分析了法律制度、股权结构对于公司价值与公司金融的影响。

---

<sup>2</sup> LLSV（2002）只讨论了控股股东的股权 $\alpha$ 对公司价值的影响，不过此处的 $\alpha$ 是外生的；Shleifer和Wolfenzon（2002）的模型将 $\alpha$ 内生化了。他们在文中提到了剩余股权的集中度会影响公司价值，然而他们的模型并未分析剩余股权对公司价值的影响。

遵照 LLSV (2002) 的设定, 本文假设公司只存在一期, 公司的控股股东拥有公司的控制权, 可以决定公司的投资计划、红利分配方案以及任免公司经理。我们不区分公司的控股股东与经理人, 控股股东通常控制董事会, 企业的经理也是由控股股东任命或委派的, 有些经理就是控股家族的成员之一, 因此大股东能有效地控制经理的行为。而外部投资者只有现金流收益权。

假定控股股东是风险中性的, 最大化其期望收益。在期初, 公司计划投资  $I$ , 在期末公司的现金流收入为  $RI$ ,  $I$  为投资额,  $R$  为总回报率。设定控股股东的现金流权为  $\alpha$ 。我们假定  $\alpha$  是外生给定的,  $\alpha$  的大小是由公司的历史和生命周期决定的, 往往不会发生太大变化<sup>3</sup>。控股股东通过转移公司利润实现私人控制收益, 转移的利润占公司现金流的比率设为  $s$ 。但是控股股东的侵害行为是有成本的, 成本的大小与  $s$  有关。这与 LLSV (2002) 与 Shleifer, Wolfenzon (2002) 的设定一致。

另外, 我们认为除去大股东股份后的公司的股权结构也会影响控股股东的侵害成本, 剩余股权越分散, 中小股东越可能产生搭便车行为, 不能更有效地监督大股东, 而如果剩余股权越集中, 则少数的非控股股东存在激励来监督大股东、董事会和经理人的行为, 使控股股东侵害的成本上升<sup>4</sup>。举个例子来说明: A 公司大股东持有 50% 股份, B 公司也是 50%, 而 A 公司剩余股权被几个投资者持有, 而 B 的剩余股权为很多分散的小投资者持有。虽然二者具有相同的控股股东的股份, 但是 A 公司的剩余股权更集中, 从而 A 公司大股东侵害的成本也高。这方面的文献见 LaPorta, Lopez-de-Silanes, Shleifer (1999), Pagano and Roel (1998)。因此, 综合起来考虑, 对于 1 单位的现金流, 如果控股股东选择侵害比例  $s$  ( $0 \leq s < 1$ ), 其内在成本是  $c(s, h)$ ,  $h$  表示剩余股权集中度<sup>5</sup>, 满足  $c_s > 0, c_h > 0, c_{ss} > 0, c_{sh} > 0$ , 第一个不等式说明侵害的边际成本是正的; 第二个表明更强的内部监督, 会增加侵害的边际成本; 第三个意味着侵害程度越大, 其边际成本递增; 最后一个表明内部监督越强, 侵害的边际成本越高。

除了来自内在的成本, 控股股东侵害还面临外部法律与监管约束, 存在被证券市场监管机构发现与处罚的风险, 我们假定侵害行为被发现的概率是  $p$ , 被发现后的处罚为  $f(s)$ 。 $p$  的大小依赖于法律对投资者保护的程度与监管的执行力度,  $f(s)$  则表明了监管方对侵害行为的重视程度。 $p$  与  $f(s)$  值越大, 处罚越高, 监管方能越有效阻吓控股股东的侵害行为。因此我们用  $(p, f(s))$  来表示法律制度对投资者保护的效率, 其中  $f$  满足  $f' > 0, f'' > 0$ 。

除了上述设定, 我们假设: (1)  $c(0, h) = 0, c_s(0, h) = 0, f(0) = 0, f'(0) = 0$ , 当不存在“隧道效应”时, 其成本与罚金为零, 当大股东选择侵吞第 1 个单位时, 其边际成本与边际处罚也为零。(2)  $(1-p)(1-\alpha) < f'(1)p + c_s(1, h)$ , 这个条件保证我们得到内点解。

在期末, 公司获得  $RI$  的收入后, 控股股东选择侵害  $s$  时的期望收益是:

$$E = (1-p)[\alpha(1-s)RI + sRI] + p(\alpha RI - f(s)RI) - c(s, h)RI \quad (1)$$

大股东选择最优的  $s$  最大化期望收益  $E$ , 即

$$\underset{s \in (0,1)}{MAX} E = (1-p)[\alpha(1-s)RI + sRI] + p(\alpha RI - f(s)RI) - c(s, h)RI \quad (2)$$

由于  $RI$  的大小不影响优化方程求解, 因此, 可将上式整理为:

$$\underset{s \in (0,1)}{MAX} E = (1-p)[\alpha(1-s) + s] + p(\alpha - f(s)) - c(s, h) \quad (3)$$

<sup>3</sup>我们下面的实证研究也发现, 在考察的 100 多家上市公司中, 即使控股股东的实际控制人发生了改变, 控股股东的股份大体变化不大, 因此这是个比较合理的假设。另外我们在实证中考虑了  $\alpha$  变化的影响。

<sup>4</sup>当然也可能存在控股股东与其他某些股东之间合谋来侵吞公司资源, 为简化分析, 本文未考虑, 这可以作为未来的研究方向。

<sup>5</sup>我们用第二到第十大股东持有的股份份额来描述, 一个常用的指标是: Herfindahl 指数 (白重恩等, 2005), 在下文的实证中, 我们还定义了一个校正的 Herfindahl 指数。数据显示二者差别不大 (二者相关系数为 0.99)。

$$\text{大股东最优选择的一阶条件是: } (1-p)(1-\alpha) = pf'(s) + c_s(s, h) \quad (4)$$

二阶条件是:  $\partial^2 E / \partial s^2 = -f''(s) - c_{ss}(s, h) < 0$ , 满足最大化条件, 因此根据 (4) 可以得出最优的侵害水平为:  $s^* = s(p, \alpha, h)$ 。下面我们利用比较静态分析方法, 分别讨论最优侵害度  $s^*$  与  $p$ ,  $\alpha$  及  $h$  的关系。我们有如下命题:

**命题1:** (1) 法治水平提高, 即大股东侵害行为发现的概率提高, 则控股股东的侵害度下降:  $\partial s^* / \partial p < 0$ ; (2) 控股股东的现金流权提高, 则控股股东选择的侵害度将下降:

$\partial s^* / \partial \alpha < 0$ ; (3) 剩余股权集中度上升, 从而其他股东的监督加强, 则控股股东会降低其侵害度:  $\partial s^* / \partial h < 0$ 。(证明见附录A)

好的投资者保护, 会提高公司治理水平, 从而提升公司价值。为度量侵害行为对公司价值的影响, 一个重要的问题是如何度量公司的价值。我们采用Tobin的Q值来计算。由于模型是单期的, 根据LLSV (2002), 从外部投资者来看, 公司的价值为:

$$q = (1 - s^*(1-p))R = [1 - s(p, \alpha, h)(1-p)]R \quad (5)$$

对上式进行比较静态分析, 分析公司价值与  $p$ ,  $\alpha$  及  $h$  的关系。

(5) 式两边对  $p$ ,  $\alpha$  及  $h$  求偏导, 可得:

$$\frac{\partial q}{\partial p} = s^* + (p-1) \frac{\partial s^*}{\partial p} > 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial q}{\partial \alpha} = (p-1) \frac{\partial s^*}{\partial \alpha} > 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial q}{\partial h} = (p-1) \frac{\partial s^*}{\partial h} > 0 \quad (8)$$

因此, 我们便有  $p$ ,  $\alpha$  及  $h$  对公司价值影响的如下命题:

**命题 2:** (1) 法律制度对投资者的保护力度增强, 公司价值将会提高:  $\partial q / \partial p > 0$ ; (2) 剩余股权集中度上升, 会提高公司价值:  $\partial q / \partial h > 0$ ; (3) 高的控股股东现金流权, 也有利于提升公司价值:  $\partial q / \partial \alpha > 0$ 。

第一个不等式说明, 法律制度对外部投资者保护的加强, 会降低大股东的侵害程度 (见命题 1), 当投资者了解到自己的权益不再会被任意侵害, 他们更乐意为公司提供融资, 以更高的价格购买公司的股票, 提高公司的价值。第二个不等式表明, 有效的内部监督, 会增加大股东的侵害的成本, 降低大股东的侵害度, 从而提升公司价值。第三个不等式说明, 当大股东的现金流权越高, 他直接从公司收入分的份额就越高, 从对外部投资者的侵害中的获益就越低, 因此考虑到侵吞成本, 他会降低侵害度, 从而利于提高公司价值。

上面分析了这些变量的对于公司价值一阶影响, 我们还试图分析法律制度、股权结构等

因素对公司价值的交互影响，可以发现模型将提供一些有趣的结论。

为了分析的简便，采用 LLSV(2002)中的函数设定形式，我们假设成本函数满足平方形式： $c(s,h)=\frac{1}{2}hs^2$ ，处罚函数满足  $f(s)=\frac{1}{2}s^2$ ，则有  $c_{sss}=0, c_{ssh}=1, f^{(3)}=0$  成立。

**命题 3:** 在二次成本与处罚函数下，有：（1）法律保护程度的提高，控股股东现金流所有权对公司价值的边际影响会降低： $\frac{\partial^2 q}{\partial \alpha \partial p} < 0$ ；（2）集中的剩余股权结构与有效的内部监

督会降低股东的现金流所有权的边际公司价值： $\frac{\partial^2 q}{\partial \alpha \partial h} < 0$ 。（证明见附录 B）

从命题 2 我们知道，高的现金流所有权会提升公司价值，命题 3 的第一个结论意味着，伴随着外部投资者法律保护的增强，大股东通过增大现金流所有权而增加的边际公司价值递减。换言之，更好的法律保护，降低了大股东的现金流所有权对公司价值的边际效应，因此大股东会选择更低现金流权而不会导致公司价值下降。如果这个推论成立，那么我们观测现实公司，就会发现法律保护增强，公司价值保持不变的情况下，大股东的股权会趋于下降。LLSV (2002)的研究发现：良好的投资者保护抑制了控股股东对小股东的侵吞行为，对公司价值具有正的效应；虽然控股股东对现金流的控制权对公司价值存在激励效应，但是随着投资者保护的增强，激励效应的边际收益递减。我们在下文的实证中会利用我国上市公司数据来检验这一结论，我们的实证分析也支持了这个论断。

命题 3 的第二个不等式表明了大股东的现金流所有权与剩余股权结构对公司价值的交互作用，剩余股权越集中，内部监督就越强，那么从增加大股东的现金流所有权带来的公司价值的边际效应会降低。这意味着剩余股权集中度提高，在不改变公司价值的条件下，大股东会倾向于降低其现金流所有权，也就是其持有的公司股权。我们的实证分析也支持了这一论断，详细结果见下一部分的实证分析。

## 四、实证分析

### 3.1 投资者保护、股权结构与公司价值的五个假说

根据第二部分的三个命题，本文提出了下列来源于模型中的命题 2 与 3<sup>6</sup>假说，我们将其表述如下：

- （1）法律对投资者保护的提高，有利于提升公司价值；
- （2）有效的内部监督——集中的剩余股权结构，会提高公司价值；
- （3）更高的控股股东现金流所有权可以提高公司价值；
- （4）法律保护程度的提高，控股股东现金流所有权对公司价值的边际影响会降低；
- （5）集中的剩余股权结构（ $h$  接近于 1），会有效地降低股东的现金流所有权带来的边际公司价值。

### 3.2 数据与变量说明

我们选取了1998年至2005年的110家上市公司的样本，之所以从1998年开始，是因为《证券法》生效于该年，《证券法》作为我国规范公司证券发行和交易行为，保护投资者合法权益的基本大法，为资本市场带来了根本性法制变革。国外对于证券市场的研究，不少也是基

<sup>6</sup>未包含命题 1，因为大股东侵害度无法估量，而命题 2 其实与命题 1 是一致的，因此只检验命题 2 与 3。

于《证券法》生效后对股市收益与波动性等的分析，如Stigler（1964）以美国《1933年证券法》对证券市场公共监管效率的研究，LLSV（2006）则以72个国家成文的《证券法》来分析正式法律对自我交易行为的影响。我们随机选取了300家上市公司，试图从动态角度分析投资者保护、股权结构与公司价值的关系。这就要求我们选取的数据必须在这八年内数据完全，选取的股票要求在1998年（含）前上市，另外剔出了金融类上市公司，因为这类公司的治理模式以及法律与监管政策比较特殊，还剔出了ST，\*ST，以及PT类股票，这些股票的治理结构或财务数据往往失真，或者信息披露不全。我们的财务数据来源于CSMAR数据库以及新浪网财经版。

下面是本节用到的回归估计变量的说明：

**Toubin Q**是因变量，代表年末公司价值。这个变量反映的是公司市场价值与公司重置成本的比值。我们采用LLSV（2002）的计算方法，将其定义为：

$$(\text{公司市值} + \text{负债}) / \text{账面总资产}$$

**Laws**表示投资者法律保护指标，该指标取自沈艺峰等（2004）<sup>7</sup>。我们根据他们文中的赋分原则将其扩充到2005年。在前面曾指出，这个指标其实存在缺陷，那就是该指标未为包含法律执行情况，但是仍不失为一个适当指标，因此我们仍以这个指标表示法律保护。考虑到法律实施并不会立即产生作用，人们对法律的适应存在一个过程，先前的法律制度的影响可能会更大，因此在估计中我们采用滞后三期的平均值。

**Top**表示的公司实际控制人拥有的现金流权，由于实际控制人的数据是在2001年之后才在年报中有公布，即便如此也有不少公司未公布。我们计算已公布该信息的公司实际控制人拥有的现金流后，发现该指标与第一大股东的持股比例相关度很高，相关系数为0.87，因此我们使用第一大股东的持股比例作为替代估计。该指标数据取自CSMAR数据库，部分不足数据在新浪财经网上收集。

**Herf\***为Herfindahl指数<sup>8</sup>，为第二大至第十大股东持股份额平方和的对数值，用来描述剩余股权集中度，剩余股权越集中，则少数的非控股股东存在激励，会更有效地监督上市公司大股东、董事会和经理人的行为。

**Herf**为标准化的Herfindahl指数，等于**Herf\***除以剩余股权份平方和的对数值，如果剩余股份为一个人持有，则取到最大值1，剩余股权越分散，取值越低，我们在回归估计中采用这个指标。

其它控制变量：

**Growth**表示主营收入增长率，这个用于表示公司发展前景，成长性越好的公司，投资者应当对其估值越高，公司价值也应越高。

**Asset**为公司总资产，这是为了控制公司规模对公司价值的影响作用，为了控制资产绝对值波动的影响，取其的对数值。

**Leverage**表示负债率，为公司负债与总资产的比值，该变量度量公司的资本结构与财务风险。

以上三个变量是为了控制公司特性，然而公司价值也会受到整个资本市场周期波动的影响，尤其是当时间段跨越存在牛熊市交替的时期。股市繁荣期，即使公司的质地不好，投资者也会去抢购，萧条期，优质公司的股价也会相对便宜，为了控制因股市波动而带来的对公司价值的影响，保持其连贯性，我们引入了一个虚拟变量：**Stage**。考虑到从2001年之后我国股

<sup>7</sup>该指标从股东权利和其他制度与政策两个方面，根据证监会《投资者维权教育手册》中列出的“维护证券投资者权益的主要法律、法规、规章和其他规范性文件目录索引”及其他有关的法律法规文本，建立一套投资者法律保护指标系。

<sup>8</sup>Herfindahl指数最初是度量市场垄断（集中）程度的市场结构性指标，该指标来源于白重恩等（2005），采用这种定义方式，隐含的假定是不存在控股股东与其余九大股东的串谋，这可能有违事实，但是为了分析方便，暂且这样设定。



市转入低谷（见下图），因此2001年之后Stage取值为1<sup>9</sup>，其余年份为0。



图1：上证与深证指数，以1998年为基数。

### 3.3 研究方法 with 计量模型

国内一些学者的研究，从治理结构、股权结构对公司价值研究的文献大多选取得一年截面数据，如白重恩等（2005）；而法律保护研究的文献虽然研究的跨度大，如沈艺峰等（2004）研究了从1991年到2001年所有的IPO数据，主要采用的是多元的OLS估计。截面数据研究的缺陷是，所选数据往往受当年因素影响，可能产生公司价值与治理结构的内生性问题，尤其是当国家政策与宏观经济发生变化时。使用多年数据，可以克服这一缺点，但是目前的研究大多是直接将所有数据混合，然后回归估计，这样做忽略了单个公司在不同时间点上面临不同的内、外部影响时价值的变化；另外也不能控制由于个体公司的异质性带来的估计问题。为了克服以上缺点，本文采用了面板数据估计。面板数据通常含有更多的数据点，会带来较大的自由度，而且截面变量和时间变量的结合信息能够显著地减少缺省变量所带来的内生性问题，又能有效地提高短期时间序列动态模型估计的准确性。本文随机选取了110家在1998年前上市的公司，分析它们的股权结构、公司价值等在《证券法》颁布之后的动态变化，试图分析法律制度的变化是否显著影响公司的价值。

首先对各个变量进行一个统计性描述，对公司价值与法律保护，股权结构之间的关系做一个基本分析。而后利用面板数据（包含截面与时间的混成数据）的最小二乘估计、截面的固定效应以及随机效应模型来验证上述假说。估计模型形式如下：

对于假说一二三的检验模型：

$$q_{it} = a_0 + b_1 \ln(1 + \overline{law}_t) + b' X_{it} + c_1 top_{it} + c_2 herf_{it} + stage + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

其中  $\overline{law}_t = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 law_{t-i}$  为法律变量的滞后三期的平均值； $X_{it}$  表示前文定义的公司的控制变

量； $top_{it}$ ， $herf_{it}$  见上文定义； $\alpha_i$  表示公司效应，在普通最小二乘估计中为0，在固定效应

模型为常系数，满足  $\sum \alpha_i = 0$ ，在随机效应模型中为一随机变量，满足

$E(\alpha_i) = 0, E(\alpha_i^2) = \sigma_\alpha^2, E(\alpha_i \alpha_j) = 0, E(\alpha_i \varepsilon_{it}) = E(\alpha_i \varepsilon_{jt}) = 0$ （对任意的  $i, j$ ）； $\varepsilon_{it}$  为

服从独立同分布  $(0, \sigma^2)$  的扰动项。如果假说一二三成立，估计出来的系数  $b_1, c_1, c_2$  的符号应当显著为正。

对于假说四五，为检验法律、控股股东现金流所有权、剩余股权结构之间关于公司价值

<sup>9</sup> 也可以取前四年（1998至2001）为1，其余年份为0，除了对常数项系数有影响，对斜率项没有影响，因此不改变文章结论。

的交互影响的论断，我们采用如下模型：

$$q_{it} = a_0 + b_1 \ln(1 + \overline{law}_t) + b' X_{it} + c_1 top_{it} + c_2 herf_{it} + d_1 \overline{law}_t * top_{it} + d_2 top_{it} * herf_{it} + stage + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

如果假说四五成立，则  $d_1, d_2$  符号为负。因此检验  $d_1, d_2$  的符号，可以验证假说是否成立。

### 3.4 描述性统计分析

表格 1 变量的统计性描述（共 110 家上市公司）

Year		Q	Law <sup>10</sup>	Top	Herf	Ln(asset)	growth	Lev.
1998	Mean	2.429	31.44	42.79	0.4009	21.164	9.560722	0.451
	Median	2.226	31.44	39.48	0.4485	20.691	3.284493	0.469
1999	Mean	2.685	35.44	42.92	0.4283	21.239	10.30601	0.474
	Median	2.526	35.44	39.6	0.4514	20.761	2.191483	0.483
2000	Mean	3.619	39.91	42.28	0.4048	21.381	62.60703	0.501
	Median	3.305	39.91	39.03	0.4511	20.928	9.086964	0.485
2001	Mean	2.740	44.18	41.38	0.3960	21.451	77.02032	0.481
	Median	2.450	44.18	37.76	0.4431	21.014	8.130395	0.485
2002	Mean	2.220	47.89	40.88	0.4076	21.560	65.72698	0.485
	Median	2.033	47.89	37.76	0.4363	21.108	6.983569	0.509
2003	Mean	1.785	52.72	40.33	0.4086	21.730	44.07168	0.507
	Median	1.622	52.72	36.81	0.4432	21.263	10.09385	0.530
2004	Mean	1.485	56.93	39.68	0.4217	21.868	403.8074	0.516
	Median	1.359	56.93	35.96	0.4563	21.335	17.46062	0.520
2005	Mean	1.297	60.46	38.73	0.4434	21.963	15.50183	0.524
	Median	1.234	60.46	35.24	0.4690	21.405	11.01088	0.555
Total	Mean	2.282	-	41.12	0.4139	21.581	86.07524	0.492
	Median	1.982	-	38.34	0.4505	20.991	9.243233	0.495

表格 1 列出了主要变量的描述性统计。从上表可以看出，法律的保护指标逐年上升，从 1998 年的 31.44 上升到 2005 年的 60.46，这说明这八年间，特别是在《证券法》实施后，一系列配套法律不断确立实施，法制化不断加强。大股东持有的股权份额指标有小幅下降，基本上变化不大，保持在 40% 左右，这一点也恰好说明我们在模型 2 中关于控股股东现金流

<sup>10</sup>Law 为滞后三期的平均值。

权不变的假设是合理的。herf 指数表现出小幅上升。选取样本的对数资产值呈现出明显增长态势，说明样本上市公司总体规模在变大。当然这也可能与我们选取的样本有关，我们删除了经营不好的 ST、PT 类企业，另外样本数也有限，这点在 growth 指标中最明显，2000 年与 2001 年 growth 的均值指标高达 60 多，也就是平均而言主营业务增长 60%，这跟我国经济的现实有些出入，特别是在 04 年，竟然达到了 400%，而在其他年份则基本与 GDP 增速差不多。这一方面是与样本选择有关，另一方面，可能与公司投资规模的过快扩张有关。然而我们最关心的公司价值指标 Q 却呈现出明显的上升或下降的走势，在 2000 年达到顶峰，而后逐年下降，这与上证与深证指数走势类似（见图 1），我们关心的是 Q 与 Law 的关系，而 Q 的大小受到市场环境的影响，为了消除此影响，我们加入了 stage 虚拟变量。

### 3.5 回归分析

首先我们利用（9）式对假说一二三予以检验，表格 2 下面给出了面板估计的结果。观察这三个模型，法律变量在三个估计中都在 5% 的水平上显著为正，尤其是在固定效应模型中，显著度达 1%，系数取到 1.086；在 OLS 模型中 law 取值最小，也达到近 0.6，这有力的支持了假说一：法律保护对公司价值存在正的效应。Top 变量在三个模型中也在 1% 的水平上显著为正，但其系数较小，这说明当大股东持有的股份增到，他会减少从上市公司掏空资源，侵害其他股东的行为，但是这种由股权增加带来的激励却不大，因而系数值较小，这可能是由于我国上市公司中绝大部分的实际控制人是中央或各级政府，他们不像假定的那样属于纯粹经济人，追求最大收益，因此效果就打了个折扣。衡量内部其他股东集中度的变量 herf 的系数在 OLS 与随机效应模型中都在 1% 的水平上显著为正，在固定效应模型中却不显著，部分支持了我们的假说三，那就是剩余股权越集中，来自其他股东的监督越有效，会提升公司价值。

$R^2$  的值表明，固定效应与随机效应估计模型要比普通最小回归拟合度更好；同时，Hausman 检验显示，存在组内未知变量与解释变量相关（ $p=0.00$ ），因此随机效应模型与固定效应模型相比并非一致估计，固定效应模型更适合解释变量间的关系。但是我们仍将三个模型一起对比分析，着重分析固定效应模型中的系数。三个控制变量中只有 growth 在三个模型中都不显著，部分原因可能是，在现阶段，我国投资者法律保护力度不高，在与公司发展前景相比，投资者更关注自己的权益不被大股东肆意侵害；另外一个可能的原因是，我们 growth 的指标选取未能充分体现公司的成长性，尤其是考虑到中国的上市公司的增长往往是靠简单的规模扩张来实现的，而非是由于靠技术等集约型生产带动的。在另两个控制变量，ln(asset) 与 leverage 都在 1% 的显著性水平上与公司价值负相关，这表明在我们选取的样本中，公司规模越大，投资者对其评价越低，一个解释是，当公司的规模变得足够大，会带来内部不经济，其日常经营管理费用会相当高；另外也不利于外部投资者准确获取公司内部信息，

表格 2 假说一二三的验证，被解释变量为 Tobin's Q，回归方程为（9）

	最小二乘估计 pooled data		固定效应模型		随机效应模型	
	估计系数	T 值	估计系数	T 值	估计系数	T 值
Constant	10.59***	8.687679	18.679***	9.896	12.98***	10.29
Ln(1+law)	0.599**	2.044943	1.086***	4.267	0.77***	3.16
growth	1.25E-05	5.68E-01	1.27E-05	0.651	0.00	0.56
Ln(asset)	-0.51***	-13.6457	-0.981***	-10.607	-0.65***	-12.03
Leverage	-0.58***	-3.67849	-0.488**	-2.136	-0.73***	-4.02

Top	0.019***	8.059343	0.020***		0.02***	5.78
Herf	0.64***	5.050037	0.351	1.466	0.52***	3.00
stage	-1.13***	-9.375	-1.121***	-11.207	-1.13***	-11.32
R-squared	0.409		0.646		0.454	
			p-value for <i>Hausman test</i> : 0.00			

\*、\*\*、\*\*\*分别代表 10%、5%、1%的显著性水平。

因此也就降低了外部投资者对企业的估值。*leverage* 表示的是公司的负债率，我们的回归结果显示，外部投资者对于公司的负债率很在乎，当负债率每提高 1 个百分点，公司价值就会降低 0.35 个百分点（取自固定效应模型中对应系数），表明上市公司的资本结构也对公司价值有很大影响。*leverage* 值越高，表明公司越依赖于债务融资，那么公司的收益很大一部分要用于偿债，如果公司一旦运营出现问题，会面临极大的财务风险，股东权益遭受损失，外部投资者的投资面临更高的遭受损失的概率，那么外部投资者会选择以较低的价格购买高负债率的公司股票。*Stage* 变量的系数显著为负，表明不利市场环境确实对公司价值产生了同向影响。

我们的表格 2 只是给出了法律保护、股权结构对公司价值的一阶影响的检验，为检验假说四五，我们在回归估计中引入了两个交叉乘积项来表示它们的交互效应，一个是法律指标与大股东股权的乘积项： $law*top$ ，如果该系数显著为负，则支持了我们的假说四，法律保护程度的提高，控股股东现金流所有权提高而带来的对公司边际价值的激励效应会降低；另一个是： $top*herf$ ，如果该系数显著为负，则表明我们的假说四是合理的，剩余股权越集中，内部监督越有效，越会降低股东的现金流所有权的边际公司价值。

我们通过回归模型 10 来检验上述假说，结果见表格 3。OLS 估计与随机效应模型估计的拟合度相差不大，随机效应模型稍好，固定效应模型的拟合度要高许多，但是考虑到 Hausman 检验值， $p$  近似为 1，表明随机效应模型要比固定模型更有效。我们仍将三个模型一起比较分析，但重点考虑随机效应模型中的系数关系。与表格 2 类似，在三个模型中，法律变量仍在 5%的水平上显著为正，*top* 都在 5%的水平上显著为正，而且较表格 2 中系数值有显著提高，以固定模型为例，表 3 中的 *top* 系数值是表 2 的两倍，*herf* 值在 10%的水平上显著为正，其中在随机效应模型中，系数值为 1.647，意味着剩余股权集中度每上升 0.1，那可以增加公司价值 0.16。三个控制变量、*stage* 的符号和显著性与表 2 类似，略过不再分析。

表格 3 假说四五的验证，被解释变量为 Tobin's Q，回归方程为（10）

	最小二乘估计		固定效应模型		随机效应模型	
	估计系数	T 值	估计系数	T 值	估计系数	T 值
Constant	7.348***	4.035	15.504***	6.769	9.646***	5.560
Ln(1+law)	1.114**	2.477	1.617***	4.210	1.350***	3.555
growth	0.000	0.369	0.000	0.558	0.000	0.428
Ln(asset)	-0.474***	-12.434	-0.952***	-10.234	-0.621***	-11.381
Leverage	-0.654***	-4.144	-0.534***	-2.338	-0.783***	-4.319
Top	0.041***	4.499	0.043***	3.759	0.044***	5.073
Herf	1.940***	5.258	1.419*	1.877	1.647***	3.296

Law*top	-0.0003	-1.575	-0.0003*	-1.814	-0.0003**	-2.032
Top*Herf	-0.025***	-3.755	-0.018	-1.525	-0.021**	-2.431
stage	-1.132***	-9.434	-1.117***	-11.180	-1.128***	-11.295
R-squared	0.421		0.649		0.459	
			p-value for Hausman test: 1.00			

\*、\*\*、\*\*\*分别代表 10%、5%、1%的显著性水平。

我们最关心的是两个乘积项的系数， $law*top$  在三个模型中都取值很小，为-0.0003。为检验其是否显著为零，我们在随机效应模型中对其作 Wald 系数检验：零假设为  $law*top$  系数为 0，其 Chi-square 为 4.13，在 5%的显著度上拒绝零假设。虽然  $law*top$  系数值很小，但仍不能将其简单地视为 0，而且系数符号为负，在比较弱的程度上支持了假说四。这个系数较小的一个解释，还在于我国上市公司的实际控制人大多为中央及各级政府，如果说法律的加强，对于规范自然人的行为比较有效的話，考虑我国的政治结构，法律对于政府的约束力存在一定的限度，对于上市公司而言就是，法律保护与大股东股权提高带来的公司边际价值的上升效应不大，换言之，法律保护对大股东控制权的替代不明显。我们举个例子来说明，如果 top 值由 40 升到 50，当法律值为 40 时，Q 的边际增加是 0.25；当法律值为 50 时，Q 的边际增加是 0.22，法律保护的增加，降低了大股东增加股权而提高公司价值的边际激励，下降幅度不是很明显。

随机效应模型中， $top*herf$  的系数为-0.021，在 5%的水平上显著，它的符号为负，表明我们的模型推导出的假说五也是成立的。如果假定 top 值由 40 升到 50，当 herf 值为 0.4 时，则 Q 的边际增加是 0.32；当 herf 值为 0.5 时，则 Q 的边际增加降为 0.3。剩余股权集中度提高，依赖于大股东提高股权而提升公司价值的边际效应会下降，而且下降幅度较 law 对 top 的交互影响要大。

上述回归估计的结果，验证了第三部分的模型中得到的命题。在控制了股市市场环境波动以及企业自身特性等因素后，法律制度以及公司的股权结构会显著的影响公司价值：法律保护的提高，有利于公司价值的提升；大股东的股权份额提高，有利于降低其对上市公司的侵吞行为，可以提升公司价值；剩余股权越集中，有效公司的内部监督机制（来自于其他股东的）也可以显著提高公司价值。

## 五、结论

本文综述了法与金融理论的前沿理论与方法，并建立了一个简单模型说明法律制度促进金融市场发展，特别是对公司融资影响的机制。提出了关于法律保护、股权结构与公司价值的几个结论。在第四部分利用我国上市公司的面板数据检验了这 5 个结论。

从理论与实证两个方面，我们都证明了：法律对投资者保护的加强，显著地提高了公司价值；大股东的股权份额提高，有利于降低其对上市公司的侵吞行为，可以提升公司价值；剩余股权越集中，有效的公司内部监督机制（来自于其他股东的）可以显著提高公司价值。

本文的缺陷是：样本点选取仍显不足，法律指标未涵盖法律执行情况，没有考虑公共监管的作用。这些因素都对我们的结论提出了挑战。

## 参考文献：

- [1]白重恩、刘俏、陆洲、宋敏、张俊喜，《中国上市公司治理结构的实证研究》，《经济研究》，2005年第2期
- [2]沈艺峰、许年行、杨熠，《中小投资者法律保护历史实践的实证检验》，《经济研究》，2004年第九期

- [3]沈艺峰、肖珉、黄娟娟，《中小投资者法律保护与公司权益资本成本》，《经济研究》，2005年第6期
- [4]唐宗明、蒋位，《中国上市公司大股东侵害度实证分析》，《经济研究》，2001年第一期
- [5]魏建，《股东筛选、财富转移与投资者保护——管理层收购在中国的困境与出路》，《学术月刊》，2004年第10期
- [6]徐晓东、陈小悦，《第一大股东对公司治理、企业业绩的影响分析》，《经济研究》，2003年第2期
- [7]袁振兴、杨淑娥，《现金股利政策：法律保护的结果还是法律保护的替代——来自我国上市公司的证据》，《财贸研究》，2006年第5期
- [8] Allen, F. and Gale, D., 2000, "Comparing Financial Systems", MIT Press: Cambridge MA.
- [9]Beck, T., Demirgüç-Kunt, A., Maksimovic, V., 2002, "Financial and Legal Constraints to Firm Growth: Does Size Matter?", <http://www.worldbank.org>.
- [10]Beck, T., Demirgüç-Kunt, A., Maksimovic, V., 2003, "Financial and Legal Institutions and Firm Size", <http://www.worldbank.org>.
- [11]Beck, T., Demirgüç-Kunt, A., Levine, R., 2003, "Law and Finance: Why Does Legal Origin Matter?" *Journal of Comparative Economics*, 31(4), 653-676.
- [12]Beck, T., Levine, R., 2005, "Legal Institutions and Financial Development", In *Handbook for New Institutional Economics*, Eds: Claude Menard and Mary M. Shirley, Norwell MA: Kluwer Academic Publishers.
- [13]Beck, T., Demirgüç-Kunt, A. and Levine, R., 2005, "law and firms' access to finance", *American Law and Economics Review* 7, 211-252.
- [14]Claessens, S., Djankov, S., Lang, L., 2000, "The Separation of Ownership and Control in East Asia", *The Journal of Financial Economics* 58, 81-112.
- [15]Demirgüç-Kunt, A. and Maksimovic, V., 1998, "Law, Finance, and Firm Growth", *The Journal of Finance* 53, 2107-2137.
- [16]Djankov, S., La Porta, R., Lopezde-Silanes, F., Shleifer, A., 2003, "Courts", *The Quarterly Journal of Economics* 118, 453-517.
- [17]Dyck, A., Zingales, L., 2003, "Private Benefits of Control: An International Comparison", *Journal of Finance* 59, 537-600.
- [18]Gale, D., Hellwig, M., 1985 "Incentive-Compatible Debt Contracts: The One-Period Problem", *The Review of Economic Studies* 52, 647-663.
- [19]Grossman, S., Hart, O., 1988, "One share-one vote and the market for corporate control", *Journal of Financial Economics* 20, 175-202.
- [20]Simon Johnson, John McMillan, Christopher Woodruff, 2002, "Property Rights and Finance", *The American Economic Review* 92, 1335-1356.
- [21]Jensen, M., Meckling, W., "Theory of the Firm: Managerial behavior, agency costs, and ownership structure", *Journal of Financial Economics*, 58, 141-186, 1976.
- [22]Johnson, S., La Porta, R., Lopezde-Silanes, F., Shleifer, A., 2000, "Tunneling", *American Economic Review Papers and Proceedings* 90, 22-27.
- [23] Johnson, S., McMillan, J., Woodruff, C., 2002, "Property rights and finance", *American Economic Review* 92, 1335-1356.
- [24]La Porta, R., Lopezde-Silanes, F., Shleifer, A., 1999, "Corporate ownership around the world", *Journal of Finance* 54, 471-517.
- [25]La Porta, R., Lopezde-Silanes, F., Shleifer, A., 2006, "What Works in Securities Laws?" *The Journal of Finance* 61, 1-32,
- [26]La Porta, R., Lopezde-Silanes, F., Shleifer, A., and Vishny, R., 2002, "Investor protection and corporate valuation", *Journal of Finance* 57, 1147-1170.
- [27]La Porta, R., Lopezde-Silanes, F., Shleifer, A., and Vishny, R., 2000, "Investor protection and corporate governance" *Journal of Financial Economics* 58, 3-28.

- [28]La Porta, R., Lopezde-Silanes, F., Shleifer, A., and Vishny, R., 1998, "law and finance." *Journal of Political Economy* 106, 1113-1155,
- [29]La Porta, R., Lopezde-Silanes, F., Shleifer, A., and Vishny, R., 1997, "legal determinants of external finance." *Journal of Finance* 52, 1131-1150.
- [30]Levine, Ross, 2005, "Finance and Growth: Theory and Evidence." In *Handbook of Economic Growth*, Eds: Philippe Aghion and Steven Durlauf, The Netherlands: Elsevier Science.
- [31]Pagano, M., Roel, A., 1998, "The choice of stock ownership structure: agent costs, monitoring, and the decision to go public", *Quarterly Journal of Economics* 113, 187-225,
- [32]Shleifer, A., Wolfenzon, D., 2002, "Investor protection and Equity Markets", *Journal of Financial Economics* 66, 3-27.
- [33]Stigler, George J., 1964, "Public Regulation of the Securities Markets", *Journal of Business* 37, 117-142.

## 附录

### 附录 A，命题 1 的证明：

证明：对（3）式两边对  $p$  求导，可得  $-(1-\alpha) = pf''(s)\frac{\partial s^*}{\partial p} + f'(s) + c_{ss}(s, h)$ ，整理得到：

$$\frac{\partial s^*}{\partial p} = -\frac{(1-\alpha) + f'(s)}{pf''(s) + c_{ss}(s, h)}。由于 f' > 0, f'' > 0, c_{ss} > 0, 因此 \frac{\partial s^*}{\partial p} < 0, (3) 式两边对$$

$\alpha$  求导整理可得到： $\frac{\partial s^*}{\partial \alpha} = -\frac{1-p}{pf''(s) + c_{ss}(s, h)} < 0$ ；（3）式两边对  $h$  求导整理可得到

$$\frac{\partial s^*}{\partial h} = -\frac{c_{sh}}{pf''(s) + c_{ss}} < 0。$$

### 附录 B，命题 3 的证明：

证明：根据（6）式，可知  $\frac{\partial^2 q}{\partial p \partial \alpha} = \frac{\partial s^*}{\partial \alpha} - (1-p)\frac{\partial^2 s^*}{\partial p \partial \alpha}$ ，因为  $\frac{\partial s^*}{\partial p} < 0$ ，要判断  $\frac{\partial^2 q}{\partial \alpha \partial p}$  的正

负，关键是求出  $\frac{\partial^2 s^*}{\partial p \partial \alpha}$ 。下面推导  $\frac{\partial^2 s^*}{\partial p \partial \alpha}$  的形式。记  $H = pf''(s) + c_{ss}(s, h)$ ，则

$$\frac{\partial^2 s^*}{\partial p \partial \alpha} = \frac{\partial}{\partial p} \left( \frac{p-1}{H} \right) = \frac{1}{H^2} [H - (p-1)\frac{\partial H}{\partial p}]，其中 \frac{\partial H}{\partial p} = f'' + (pf^{(3)} + c_{sss})\frac{\partial s^*}{\partial p} = f'' > 0，$$

因此有  $\frac{\partial^2 s^*}{\partial p \partial \alpha} > 0$ 。下证第二个不等式。根据（7）式，可知  $\frac{\partial^2 q}{\partial h \partial \alpha} = -(1-p)\frac{\partial^2 s^*}{\partial h \partial \alpha}$ 。而

$$\frac{\partial^2 s^*}{\partial h \partial \alpha} = \frac{\partial}{\partial h} \left( -\frac{1-p}{pf''(s) + c_{ss}(s, h)} \right) = \frac{1-p}{H^2} \left[ c_{ssh} + (pf^{(3)} + c_{sss})\frac{\partial s^*}{\partial h} \right] = \frac{1-p}{H^2} > 0，最后一个$$

等式来自于二次成本与处罚函数的设定。因此有  $\frac{\partial^2 q}{\partial \alpha \partial h} < 0$  成立。