

# A Collaboration Mechanism Design for Telecommunication Industry Chain

Lanbo Miao<sup>1,2</sup>, Tiejun Zhang<sup>1</sup>, Jiafu Tang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept of Systems Engineering, College of Information Science & Engineering, Northeastern University, Shenyang, 110819, P.R.China

<sup>2</sup>China United Network communications Corporation Liaoning Branch, Shenyang, 110002, P. R. China

Email: lbmiao@mail.sy.ln.cn

**Abstract:** We present a two-stage collaboration mechanism and realization way, while there is a leader of alliance in the telecommunication industry chain and all the members are competitive and collaborative each other so as to establish a connection between competition and collaboration. The mechanism indicates that the competition among members is the basis of stable industry chain and that the hegemony of alliance's leader is the guarantee of efficient industry chain. The mechanism produces an effective collaboration motivation and promote the persistent develop of product innovation.

**Keywords:** mechanism design; industry chain; collaboration mechanism; modular production; efficiency

## 面向电信产业链的合作机制设计

苗兰波<sup>1,2</sup>, 张铁军<sup>1</sup>, 唐加福<sup>1</sup>

<sup>1</sup>东北大学信息科学与工程学院, 沈阳, 中国, 110819

<sup>2</sup>中国联合网络通信有限公司辽宁省分公司, 沈阳, 中国, 110002

Email: lbmiao@mail.sy.ln.cn

**摘要:**本文提出了一个具有“盟主”的电信产业链成员之间的两阶段协作机制及其实现方式,借此把竞争和协作充分结合起来。本机制的设计表明成员间的竞争是产业链稳定的基础,盟主的控制是产业链效率的保证,同时该机制也使得合作伙伴获得有效的合作激励并推动产品持续不断的创新和发展。

**关键词:**机制设计; 产业链; 合作机制; 模块化生产; 效率

### 1 引言

随着电信企业向综合信息服务提供商的转型,电信市场的竞争开始由企业与企业之间的竞争演变为价值链与价值链、价值网与价值网之间的竞争,众多的合作伙伴的协同发展、合作共赢、共同打造产业链成为电信行业的时代主旋律,3G时代的到来为这种合作提供了更广阔的空间。大量电信应用提供商(AP)、内容提供商(CP)以及服务提供商(SP)等应运而生,提供的合作方式也五花八门,这为电信运营商带来了更多的多样化和差异化的服务产品,因此电信企业将创新合作模式、提高合作效率作为当前研究的重点。

许多理论成果可以应用到有关提高合作伙伴这种团队效率和效益的研究领域之中。Meyer和Vickers [1]

的研究表明通过信息透明并使用相对业绩比较可以提高对队员的激励作用,然而队员的生产能力信息相关时这种激励作用就消失了。Holmstrom [2]指出没有监督的合作会导致队员的偷懒,为了解决这个问题 Alchian 和 Demsetz [3]引入了委托人行使监督职能, Holmstrom [4]通过激励机制解决团队合作中的偷懒问题。青木昌彦 [5] [6]基于信息系统的观点提出了组织模块化并对不同模块化组织的效率进行了探讨。

本文利用模块化的相关理念并基于委托代理理论,提出基于“盟主”进行产业链整合的两阶段协作机制,该机制中的合作伙伴既相互合作又存在一定竞争。该机制的第一阶段需要合作伙伴间的充分竞争,优胜的伙伴在第二阶段与“盟主”实现进一步的合作。竞争保障了产业链的稳定,协作保证了产业链的效率。

资助信息: 国家自然科学基金资助项目(NSFC 70721001);

## 2 机制描述

电信企业间的激烈竞争导致的环境不确定对合作提出了专业化和灵活性的双重要求，企业有了追求合作经济的外部压力。竞争协作这种动态合作能够较好地适应变化的环境并产生产品创新的激励，把竞争和协作两者充分结合起来，共同发挥作用，进而获得有效的激励并推动持续不断的创新，因此我们推出这种两阶段协作机制。

在两阶段协作机制中，我们使用市场机制引入竞争和合作，将协作分成协作竞争阶段和产品捆绑两个阶段：

(a)首先盟主企业对加入合作的成员企业的资源配置、核心竞争优势等进行系统的考察和评判，按照最终产品的需求，从中评选出适合不同产品需要且与核心能力互补的企业或企业联盟进入合作的第一阶段——自由竞争阶段。

(b)在第一阶段通过竞争获胜的企业将进入合作的第二阶段——在专业化分工基础上以多样化产品为目的的深层次捆绑合作；与此同时，这些被选中的成员企业仍留在竞争协作的平台中，进一步接受评判以便决定下一周期是否还可以进入产品捆绑的合作。

参加合作的企业需要满足如下两个条件：

**条件 1** 每个企业开发生产自己的内容应用产品，其信息加工活动是独立的，也就是说其产品生产的内在过程和信息内容的复杂性被隐藏起来，与系统的其他部分不发生联系。

**条件 2** 在第一阶段，参与同一内容应用选拔竞争的企业要足够多。这样可以保障充分的竞争和内容应用的质量，使得产业链更加稳定；由于多个企业从事同一模块产品的竞争也使得创新性产品可以自行演化。

## 3 机制的合理性分析

为了更好地了解两阶段协作机制的合理性，下面我们使用委托代理理论，通过建立模型进行具体分析，其中盟主作为委托人，合作者作为代理人。

(1)代理人和委托人签署第一期合同；委托人形成关于代理人所签署合同的预期。代理人开始工作，并获得报酬。

(2)代理人和委托人签署第二期合同。同时委托人观察每个代理人第一期时的工资并拥有关于其第一期合同的预期；然后代理人开始工作，并获得利润。

假设代理人的生产函数为：

$$y = \eta + a + \varepsilon \quad (1)$$

其中  $\eta$  代表代理人的工作能力，是公共知识； $a$  代表代理人努力水平； $\varepsilon$  是外生随机变量；产出对委托人来说是可以观测的。

代理人的效用函数是建立在收入  $w_t$  和所付出努力  $a_t$  之上的 ( $t=1,2$ )。同时假定效用函数为 Neumann-Morgenstern 指数函数，则得到：

$$u(w, a) = -\exp\{-r[w_1 - c(a_1) + w_2 - c(a_2)]\} \quad (2)$$

其中  $r$  是绝对风险厌恶系数。代理人只在乎总的收入。努力的负效用  $c(a)$  表示，是严格的凸函数。

**假设 1:** 假定随机变量  $\eta, \varepsilon$  都是独立的，并且有  $E\eta = 0, E\varepsilon = 0; Var(\eta) = \sigma_0^2, Var(\varepsilon) = \sigma_\varepsilon^2$ 。

**假设 2:** 代理人的产出是可见的，且可以规定在合同中的；除产量外不存在其他可观测变量。

**假设 3:** 由于外生原因导致代理人更替变化的原因是：1、委托人破产。2、代理人受到某种影响而自愿离开（由于竞争而被淘汰）。人员更替导致了一部分 ( $\lambda > 0$ ) 代理人在两阶段协作的第一期结束就离开。

看见代理人第一期的工资的情况下，我们可以对代理人的能力有一个正态的后验分布，其方差记为：

$$\sigma_p^2 = \frac{\sigma_0^2 \sigma_\varepsilon^2}{\sigma_0^2 + \sigma_\varepsilon^2} \quad (3)$$

这样得到最优第二期激励合同  $(\alpha_2, \beta_2)$ ，其中

$$\beta_2 = \frac{1}{1 + r(\sigma_p^2 + \sigma_\varepsilon^2)c''(a_2)}, \quad (4)$$

$\alpha_2$  为第二期合同的固定工资，假设委托人市场也是完全竞争的，那么我们得到  $\alpha_2$  的值为代理人的期望产出减去其期望激励工资：

$$\alpha_2 = (1 - \beta_2)(\bar{\eta} + a_2) \quad (5)$$

其中  $\bar{\eta}$  是代理人的平均能力（经验数据），它由下面的表达式 (8) 给出。代理人将在合同的限制下最大化自己的效用，并且第二期均衡努力程度由  $c'(a_2) = \beta_2$  所决定；显然， $a_2$  是随  $\beta_2$  的增长而增长。

将委托人对合同的实际选择标记为  $(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$ ，这意味着代理人的努力为  $\hat{a}$ ；令  $[(\alpha, \beta), a]$  表示市场预期，因此代理人的预期工资为  $\omega = \alpha + \beta(\eta + a + \varepsilon)$ 。并且下标使用 1 来代表第 1 期。在第一期的最后，市场观察到每个代理人真正获得的收入，

$\hat{w} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}(\eta + \hat{a} + \varepsilon)$ 。通过观察使委托人产生对代理人能力参数的后验正态分布。

$$E(w) = \alpha + \beta\bar{\eta} + \beta a \quad (6)$$

通过理性预期公式我们还可以得到：

$$E(w) = \frac{\sigma_\varepsilon^2(\alpha + \beta a) + \sigma_0^2 \hat{w}}{\sigma_0^2 + \sigma_\varepsilon^2} \quad (7)$$

通过表达式(6)和(7)得到如下均值：

$$\bar{\eta} = \frac{1}{\beta} \left[ \frac{\sigma_\varepsilon^2(\alpha + \beta a) + \sigma_0^2 \hat{w}}{\sigma_0^2 + \sigma_\varepsilon^2} - \alpha - \beta a \right] \quad (8)$$

该均值依赖于随机变量  $\eta$  在整个工资额  $\hat{w}$  中的变化。在给定合同  $(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$  时，代理人在第一期合同中的期望效用为：

$$u_1 = -E \exp \{ -r[\hat{\alpha} + \hat{\beta}(\eta + \hat{a} + \varepsilon_1) - c(\hat{a}) - r[(1 - \beta_2)\tilde{\eta} + \beta_2\eta + a_2 - c(a_2) + \beta_2\varepsilon_2]] \}$$

其中， $\tilde{\eta}$  是每个代理人以概率为  $\lambda$  所预期的  $\bar{\eta}$ （如果有一个新委托人雇佣了他），否则它会以概率  $1 - \lambda$  得到同样的表达式，只不过这时  $\beta = \hat{\beta}$ 。

将代理人在第一期所选择的努力对  $\hat{a}$  求得：

$$c'(\hat{a}) = \hat{\beta} + (1 - \beta_2) \frac{\sigma_0^2}{\sigma_0^2 + \sigma_\varepsilon^2} (\lambda \frac{\hat{\beta}}{\beta} + 1 - \lambda) \quad (9)$$

然后将  $c'(\hat{a})$  对  $\hat{\beta}$  继续求导并根据  $\hat{a} = \hat{a}(\hat{\beta})$ ，我们又得：

$$\frac{d\hat{a}}{d\hat{\beta}} = \frac{1 + (1 - \beta_2)\sigma_0^2 / (\sigma_0^2 + \sigma_\varepsilon^2)\lambda / \beta}{c''(\hat{a})} \quad (10)$$

由等式(9)可知竞争增加了激励的作用；等式(10)显示了  $\hat{a}$  与  $\hat{\beta}$  成正比且同方向增长。

为了进一步讨论第一期合同，需要根据  $\eta$  的方差  $\sigma_0^2$  确定效用函数的方差，为此利用如下三个渠道：第一期产出、第二期固定工资  $(\alpha_2)$  和第二期产出；另外，还有来自干扰的方差。因此效用函数的总方差为：

$$\sum = [\rho(\hat{\beta}) + \beta_2]^2 \sigma_0^2 + \{[\rho(\hat{\beta})]^2 + \beta_2^2\} \sigma_\varepsilon^2 \quad (11)$$

其中  $\sigma^2 = \sigma_0^2 + \sigma_\varepsilon^2$ 。下面再重新研究第一阶段，在完全竞争的条件下， $\hat{\alpha} = (1 - \hat{\beta})\hat{a}$ ， $w_1 = \hat{a}$ ，因此事先估计的间接效用函数可写为：

$$v_1(\hat{\beta}) = -\exp(-r\{[\hat{a} - c(\hat{a})] + [(1 - \beta_2)\tilde{\zeta} + a_2 - c(a_2)] - \frac{1}{2}r\sum\}) \quad (12)$$

其中  $\tilde{\zeta}$  等于期望价值  $\bar{\eta}$  减去由委托人以  $1 - \lambda$  的概率将  $\hat{\beta}$  的变化内在化而导致的  $\hat{a}$  变化，求导得：

$$v_1'(\hat{\beta}) = [1 - c'(\hat{a})] \frac{d\hat{a}}{d\hat{\beta}} + (1 - \beta_2)\lambda \frac{\sigma_0^2}{\sigma_0^2 + \sigma_\varepsilon^2} \frac{\hat{\beta}}{\beta} \frac{d\hat{a}}{d\hat{\beta}} - r(\rho(\hat{\beta})\rho'\sigma^2 + \beta_2\rho'\sigma_0^2) = 0 \quad (13)$$

前一项代表当激励很强时由于努力程度增加而得到的附加产出，后一项代表增加的方差。激励被加强则代理人的努力程度及市场对代理人能力的估计都会提高。利用  $\hat{\beta} = \beta$ ， $a' = d\hat{a} / d\hat{\beta}$ ，经过一些处理得：

$$c'(a) = \frac{1}{1 + r(\sigma_0^2 + \sigma_\varepsilon^2)c''(a)} \cdot \{ [1 - r\beta_2\sigma_0^2c''(a)] + \lambda(1 - \beta_2) \frac{\sigma_0^2}{\sigma_0^2 + \sigma_\varepsilon^2} \} \quad (14)$$

其中  $c'(\hat{a}) = \rho(\hat{\beta})$ ， $a' = \rho' / \mu''(a)$ 。第一项描述了产出的影响和风险类型的影响，这也是在合同可见的情况下得出的，第二项描述了由于合同不可见而导致的对努力的激励作用。

这样我们通过(9)式可知这种两期激励使得代理人在第一期的努力得到加强，超过规定的激励工资  $\hat{\beta}$ ；通过(14)我们还可以看出，由于存在一定的人员淘汰比例对代理人的工作努力起到进一步激励作用；最后一项表明激励程度与人员更替比例即成员间的竞争程度成正比；通过(14)还可知，代理人的激励与第二期固定工资部分  $(1 - \beta_2)$  成正比，即第二部分的固定工资部分越高他在第一期工作就会越努力。

#### 4 两阶段协作的激励效率

第二阶段电信运营商将传统业务与第三方内容应用进行捆绑，这将对各个内容应用提供商的第一阶段协作产生巨大的竞争激励作用。设这种基于预期（精神上的激励）产生的竞争激励的货币等价值为：

$$s_m(\pi) = \beta_m x(a) \quad (15)$$

其中  $\beta_m$  ( $0 \leq \beta_m \leq 1$ ) 为竞争激励系数， $x(a)$  为可观测的产量信息， $\mu(a)$  为代理人努力的生产函

数,  $x(a) = \mu(a) + \theta$ ,  $\theta \sim N(0, \sigma^2)$  为外生不受委托人和代理人影响的随机变量。则代理人实际收入为:

$$s_w(\pi) = \alpha + \beta_w x(a) \quad (16)$$

其中  $\beta_w$  ( $0 \leq \beta_w \leq 1$ ) 收入分配系数; 假设委托人是风险中性的且其收益为  $x(a)$ , 则委托人的期望效用等于期望收入:

$$\begin{aligned} & Ev[x(a) - s_w(\pi)] \\ &= E\{\mu(a) + \theta - \alpha - \beta_w x(a)\} \quad (17) \\ &= \mu(a) - \alpha - \beta_w \mu(a) \end{aligned}$$

设代理人的效用函数具有不变绝对风险规避特征  $u = -e^{-\rho w}$ , 因此代理人的风险成本为:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \rho \text{var}\{\alpha + \beta_w [\mu(a) + \theta]\} \\ & + \frac{1}{2} \rho \text{var}\{\beta_m [\mu(a) + \theta]\} \quad (18) \\ &= \frac{1}{2} \rho \beta_w^2 \sigma^2 + \frac{1}{2} \rho \beta_m^2 \sigma^2 \end{aligned}$$

则代理人的确定性等价收入为:

$$\begin{aligned} & E(s_w(\pi) + s_m(\pi)) - c(a) \\ & - \frac{1}{2} \rho \beta_w^2 \sigma^2 - \frac{1}{2} \rho \beta_m^2 \sigma^2 \\ &= \alpha + \beta_w \mu(a) + \beta_m \mu(a) - c(a) \\ & - \frac{1}{2} \rho \beta_w^2 \sigma^2 - \frac{1}{2} \rho \beta_m^2 \sigma^2 \end{aligned}$$

设  $\bar{u}$  为代理人的保留收入水平, 则存在双重激励的委托代理模型的不确定性等价形式为:

$$\max_{\beta_w} Ev = \mu(a) - \alpha - \beta_w \mu(a)$$

$$s.t. \quad (IR) \quad \alpha + \beta_w \cdot \mu(a) + \beta_m \cdot \mu(a) - c(a)$$

$$- \frac{1}{2} \rho \beta_w^2 \sigma^2 - \frac{1}{2} \rho \beta_m^2 \sigma^2 \geq \bar{u}$$

$$(IC) \quad a^* \in \max_a \{\alpha + \beta_w \cdot \mu(a) + \beta_m \cdot \mu(a)$$

$$- c(a) - \frac{1}{2} \rho \beta_w^2 \sigma^2 - \frac{1}{2} \rho \beta_m^2 \sigma^2\}$$

对激励约束 (IC) 求导得:

$$\beta = \beta_w + \beta_m = \frac{c'(a)}{\mu'(a)} \quad (19)$$

如果变为一个代理人单重激励, 这时结果为:

$$\beta = \frac{c'(a)}{\mu'(a)} \quad (20)$$

进一步, 若假设成本函数  $c(a) = \frac{1}{2} b \mu^2(a)$ , 这里  $b > 0$  代表成本系数, 则比较 (19) 式与 (20) 式可知:

$$\beta = \beta_w + \beta_m = b \cdot \mu(a) > 0 \quad (21)$$

因此无竞争激励下的收入分配系数同竞争激励下的收入分配系数与竞争激励系数之和相等。并且通过提高第二阶段收益的预期可以减小第一阶段收入分配系数, 使得生产效率得到提高。

## 5 结语

电信运营商的传统业务与第三方内容应用的捆绑形成的新产品提高了电信产品的多样性和差异性, 并且基于本协作的竞争淘汰机制保证了产业链的稳定; 由于第二阶段的协作的存在, 进一步加强了对各个内容应用提供商的竞争激励作用, 使得合作效率得到进一步提高; 同时这种协作机制也加强了电信运营商与内容应用提供商间的协作和业务流程集成, 加深了电信运营商产业链的深度, 可以向用户提供更多种类的信息和通信的产品和服务, 全方面提高电信企业的核心竞争力。

## References (参考文献)

- [1] Meyer, M., J Vickers, Performance Comparisons and Dynamic Incentives[J], *Journal of Political Economy*, 1997, 105(3), P547-81.
- [2] Holmstrom B., Moral Hazard in Team[J], *Bell Journal of Economics*, 1982, 13(2), P324-340.
- [3] Armen A. Alchian, Harold Demsetz, Production, Information Costs, and Economic Organization[J], *The American Economic Review*, 1972, 62(5), P777-795.
- [4] Holmstrom B., P. Miligrom, Multi-Task Principal-Agent Analysis: Incentive Contracts Asset Ownership and Job Design[J], *Journal of Law*, 1991, 7, P24-52.
- [5] Aoki M., Takizawa H, Modulation Times: The Nature of New. Industrial structure[M]. Shanghai: Shanghai Far East Publishers, 2003.
- [6] Aoki M., Toward a Comparative Institutional Anlysis[M]. Shanghai: Shanghai Far East Publishers, 2001..
- [7] Holmstrom B., Managerial Incentive Problems--A Dynamic Perspective[J], *Review of Economic Studies*, 1999, 66(1), P169-182.