



# 信息经济学

## 第七讲 信号发射（上）

中国人民大学

聂辉华

# 一、信号发射模型



- 孔雀为什么要开屏？
- 道金斯《自私的基因》
- 开屏有风险，炫耀须谨慎！
- 哈耶克：达尔文的进化论受到马尔萨斯和斯密的影响。

# 一、信号发射模型

## ——斯彭思的教育模型

- Spence (1973, QJE)
- 能力是工人的不对称信息
- 受教育是一种证明自己能力的信号 (signal)
- 受教育水平要产生成本，但与能力无关
- 存在混同均衡和分离均衡
- 类似观点：教育的本质是社会分层！

# 一、信号发射模型

## ——教育模型I

- 一个工人，两个雇主（零利润约束）
- 工人选择受教育水平
- 雇主提供一个确定教育水平与工资的函数关系的契约
- 高能力工人的受教育成本更低

## Education I

### Players

A worker and two employers.

### The Order of Play

0 Nature chooses the worker's ability  $a \in \{2, 5.5\}$ , the *Low* and *High* ability each having probability 0.5. The variable  $a$  is observed by the worker, but not by the employers.

1 The worker chooses education level  $s \in \{0, 1\}$ .

2 The employers each offer a wage contract  $w(s)$ .

3 The worker accepts a contract, or rejects both of them.

4 Output equals  $a$ .

### Payoffs

The worker's payoff is his wage minus his cost of education, and the employer's is his profit.

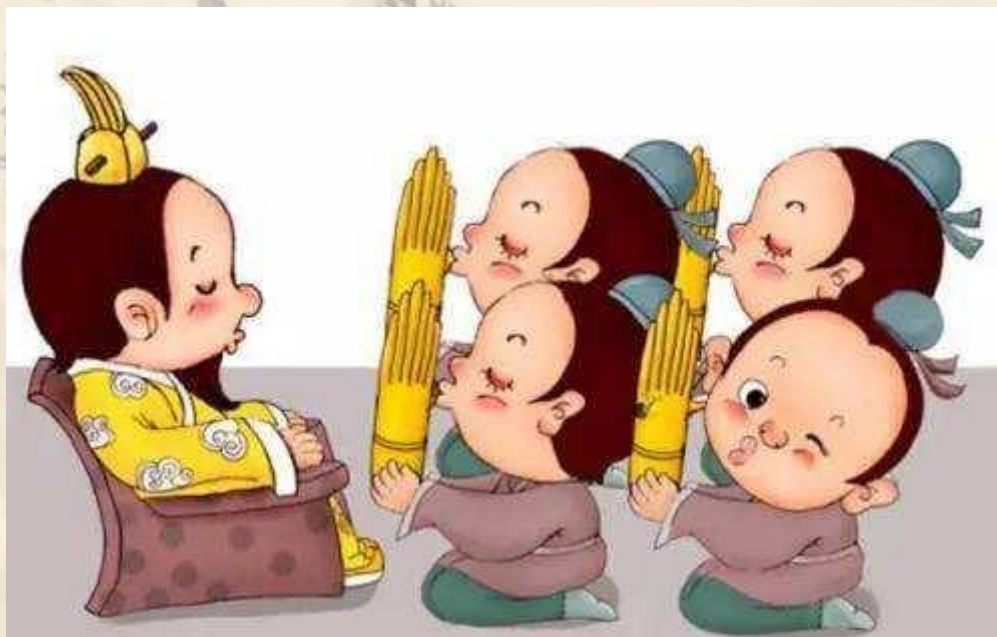
$$\pi_{worker} = \begin{cases} w - 8s/a & \text{if the worker accepts contract } w. \\ 0 & \text{if the worker rejects both contracts.} \end{cases}$$

$$\pi_{employer} = \begin{cases} a - w & \text{for the employer whose contract is accepted.} \\ 0 & \text{for the other employer.} \end{cases}$$

# 一、信号发射模型

## ——对称信息

- $w_L=2$ ,  $w_H=5.5$ ;  $\Pi=0$
- $s=0$  for L and H
- 如果信息不对称, 这样的契约会导致什么结果? 滥竽充数。



# 一、信号发射模型

## ——不对称信息

- 这是一个不完全信息动态博弈
- PBE (perfect Bayesian equilibrium)
  - 第一步, 猜测委托人的条件概率 (信念);
  - 第二步, 推测代理人的最优反应;
  - 第三步, 检查信念是否符合贝叶斯法则。

$$(3) \text{ Firm's posterior beliefs (Bayes' rule): } \beta(\theta_i | e) = \frac{p(\theta_i)p(e|\theta_i)}{p(e)} = \frac{p(\theta_i)p(e|\theta_i)}{\sum_{j=1}^2 p(\theta_j)p(e|\theta_j)}$$

An example of hot pepper for Sichuan Chinese: if you see someone eating hot pepper, what is the probability of Sichuan Chinese for this guy?

$$\begin{aligned} \beta(\text{四川人} | \text{吃辣椒}) &= \frac{p(\text{四川人})p(\text{吃辣椒} | \text{四川人})}{p(\text{四川人})p(\text{吃辣椒} | \text{四川人}) + p(\text{其他人})p(\text{吃辣椒} | \text{其他人})} \\ &= \frac{0.1 \times 0.9}{0.1 \times 0.9 + 0.9 \times 0.4} = 20\% \end{aligned}$$

# 一、信号发射模型

## ——混同均衡

- 两种类型工人选择同样的信号，“混”（pooling）在一起
- 受教育水平可以是某个特定值 $s$ ，也可以是0
- 关键是非均衡路径上的信念假设
- 下面这个结果是“读书无用论”的均衡
- 每类工人获得平均工资3.75（ $=0.5*2+0.5*5.5$ ）

$$\text{Pooling Equilibrium 1.1} \quad \begin{cases} s(\text{Low}) = s(\text{High}) = 0 \\ w(0) = w(1) = 3.75 \\ \text{Prob}(a = \text{Low} | s = 1) = 0.5 \end{cases}$$

# 一、信号发射模型

## ——分离均衡

- 当市场信念发生变化时，可能会出现分离均衡。例如， $\text{Prob}(a=L|s=1)=0$ ，此时高能力工人将会偏离混同均衡，去接受教育。
- 每类代理人选择不同的信号
- 雇主根据不同信号支付工资

$$\text{Separating Equilibrium 1.2} \quad \begin{cases} s(\text{Low}) = 0, s(\text{High}) = 1 \\ w(0) = 2, w(1) = 5.5 \end{cases}$$

# 一、信号发射模型

## ——分离均衡的条件

- 雇主的参与约束
- 工人的激励相容约束

self-selection constraint of the *Lows* is

$$U_L(s = 0) \geq U_L(s = 1), \quad (2)$$

which in Education I is

$$w(0) - 0 \geq w(1) - \frac{8(1)}{2}. \quad (3)$$

The self-selection constraint of the *Highs* is

$$U_H(s = 1) \geq U_H(s = 0), \quad (4)$$

which in Education I is

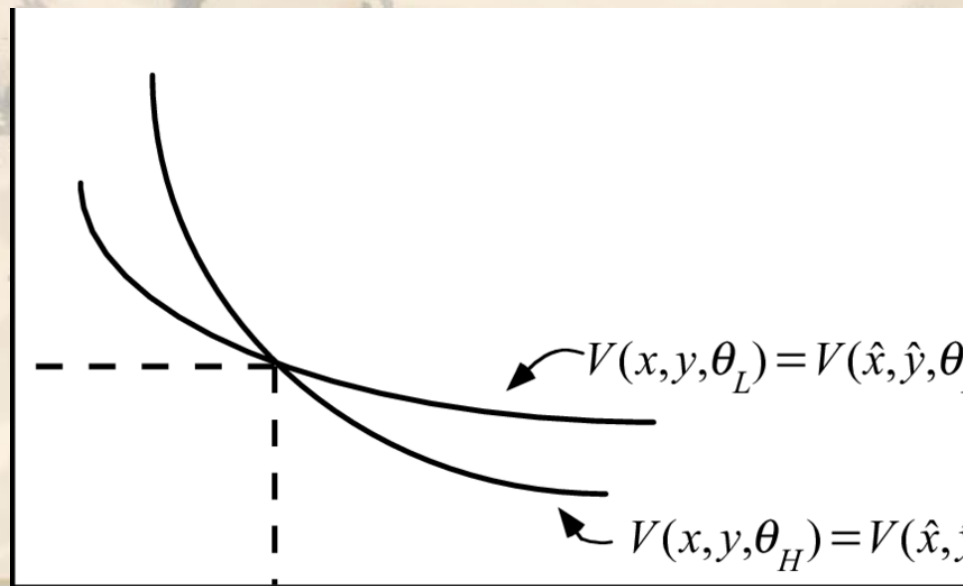
$$w(1) - \frac{8(1)}{5.5} \geq w(0) - 0. \quad (5)$$

Constraint (5) is satisfied by Separating Equilibrium 1.2.

# 一、信号发射模型

## ——小结

- 信号发射本身是一种社会资源的浪费
- Spence本人曾任哈佛大学文理学院院长
- 分离均衡存在的原因是两类代理人的信号发射成本存在差异（“单交叉”条件）



# 一、信号发射模型

## ——应用

### ■ 耸人听闻的成年礼：非洲部落的“内卷”

12、富拉尼人有一个传统节日，叫莎罗节，青年人按年龄组合，由同龄人挥鞭抽打。这时，挨打的人如果喊痛或哭，就会被看作是“胆小鬼”。已婚男子也可以参加，但他们怕疼的代价更为惨重，那就是失去妻子。



## 二、信号发射模型的变体

### ——连续信号下的混同均衡

- 假设教育水平 $s \geq 0$ 是一个连续值。
- 混同均衡中，教育水平为 $s^*$ ，属于 $[0, \bar{s}]$ 中的任意一点，均支持一个不同的均衡。
- 最可能支持混同均衡的非均衡信念为 $\text{Prob}(a=L|s \neq s^*)=1$ 。

Pooling Equilibrium 4.1

$$\begin{cases} s(Low) = s(High) = s^* \\ w(s^*) = 3.75 \\ w(s \neq s^*) = 2 \\ \text{Prob}(a = Low|s \neq s^*) = 1 \end{cases}$$

## 二、信号发射模型的变体

### ——连续信号下的混同均衡

- 最有动力偏离的是低能力工人，因此他的激励相容约束必须被满足
- 高能力工人的激励相容约束在上述条件满足时，自动满足

$$U_L(s=0) = 2 \leq U_L(s=\bar{s}) = 3.75 - \frac{8\bar{s}}{2}. \quad (7)$$

Equation (7) yields  $\bar{s} = \frac{7}{16}$ . Any value of  $s^*$  less than  $\frac{7}{16}$  will also support a pooling equilibrium. Note that the incentive-compatibility constraint of the *High* type is not binding. If a *High* deviates to  $s=0$ , he, too, will be thought to be a *Low*, so

$$U_H(s=0) = 2 \leq U_H(s=\frac{7}{16}) = 3.75 - \frac{8\bar{s}}{5.5} \approx 3.1. \quad (8)$$

## 二、信号发射模型的变体

### ——连续信号下的分离均衡

- 低能力工人选择的教育水平 $s=0$ ，而高能力工人选择的教育水平为 $s^*$ ，位于区间 $[s', s'']$
- 与离散变量不同，此时分离均衡也存在非均衡行为，例如有人偏离了上述取值区间
- 不妨设定一个最极端的非均衡路径上的信念： $\text{Prob}(a=L|s \neq s^*)=1$

Separating Equilibrium 4.2

$$\begin{cases} s(\text{Low}) = 0, & s(\text{High}) = s^* \\ w(s^*) = 5.5 \\ w(s \neq s^*) = 2 \\ \text{Prob}(a = \text{Low} | s \notin \{0, s^*\}) = 1 \end{cases}$$

## 二、信号发射模型的变体

### ——连续信号下的分离均衡

- 此时，我们需要同时满足低能力和高能力两种类型的激励相容约束
- 一方面，受教育成本必须足够高，使得低能力者不愿意模仿；另一方面，成本必须足够低，使得高能力者愿意接受

The critical value  $\bar{s}$  can be discovered from the incentive-compatibility constraint of the *Low*, which is binding if  $s^* = \bar{s}$ .

$$U_L(s = 0) = 2 \geq U_L(s = \bar{s}) = 5.5 - \frac{8\bar{s}}{2}. \quad (9)$$

Equation (9) yields  $\bar{s} = \frac{7}{8}$ . Any value of  $s^*$  greater than  $\frac{7}{8}$  will also deter the *Low* workers from acquiring education.

## 二、信号发射模型的变体

### ——连续信号下的分离均衡

If the education needed for the wage of 5.5 is too great, the *High* workers will give up on education too. Their incentive compatibility constraint requires that

$$U_H(s = 0) = 2 \leq U_H(s = \bar{s}) = 5.5 - \frac{8\bar{s}}{5.5}. \quad (10)$$

Equation (10) yields  $\bar{s} = \frac{77}{32}$ .  $s^*$  can take any lower value than  $\frac{77}{32}$  and the *High*'s will be willing to acquire education.

## 二、信号发射模型的变体

### ——连续均衡与离散均衡的对比

- 在混同均衡下， $s > 0$  帕累托劣于  $s = 0$ ，即离散模型更好。这再次表明了“有成本的”信号发射的社会代价。
- 在分离均衡下，连续信号使得高能力者可以选择最小偏离成本的受教育水平  $s'$ ，而不是位于区间  $[s', s'']$  的特定值，即连续模型更好。
- 但是，连续信号可能导致过度的信号发射，因为它没有上界。
  - “烧钱”的商业模式：瑞幸咖啡
  - 过度教育与“内卷”

## 二、信号发射模型的变体



### ——瑞幸咖啡造假事件

- 2020年1月31日，知名做空机构浑水指责瑞幸数据造假。2月3日，瑞幸否认浑水所有指控。2020年4月2日，瑞幸咖啡承认虚假交易额高达22亿。4月5日，瑞幸咖啡发布道歉声明。5月19日，瑞幸咖啡被要求从纳斯达克退市。
- 2022年11月24日，瑞幸咖啡第三季度总净收入达到38.946亿元人民币，同比增长65.7%。美国会计准则（GAAP）下营业利润为5.853亿元人民币，营业利润率达到15.0%，首次突破双位数。在门店方面，本季度净新开门店651家，门店总数达到7846家。月均交易客户数同比增长70.5%，达到2510万。
- 2023年11月1日，瑞幸咖啡（OTC: LKNCY）公布2023年第三季度财报：总净收入为72.000亿元人民币，同比增长84.9%；在美国会计准则（GAAP）下营业利润为9.617亿元人民币，营业利润率为13.4%。

## 二、信号发射模型的变体

### ——瑞幸咖啡造假事件

咖啡行业的收入模式是

收入

订单量×每个订单商品数量×单价

01. 订单量平均膨胀率为72%
02. 每日商品售出量第三季度虚增69%，第四季度虚增88%
03. 实际单价被夸大幅度至少为12.3%
04. 商店层面损失实际高达24.7%-28%

根据“浑水”的调查

瑞幸的这三个数据**全都被夸大了**

我们可是派了1500多人，全国各地的门店都盘过了，25843张瑞幸咖啡的收据，有图有真相，可别想赖账哟~

浑水

## 二、信号发射模型的变体



# 三、信号过度发射

——内卷 *involution*

nèi juǎn

内 卷

Tips

人像陀螺一样旋转、抽打自己，你可以996，我可以007，输家惨败，赢家惨胜，一起原地踏步。

1. 怎么都不想睡
2. 自行车上用电脑写论文
3. 床铺上是文山书海

(注：2020网友热议的内卷典型场景)

# 三、信号过度发射

## ——学历内卷

知乎

首页 会员 发现 等你来答

Google I/O 2021 大会

### 如何看待哈佛物理博士后去深圳街道办当副主任？

见过高学历的人最终选择基层公务员的，但是没见过这么高学习来基层的... 还是物理系... 是不是有点奇怪... ..

环球时报的新闻如下：

近日，有网友爆料，深圳南山区桃源街道办副主任罗林姣是美国哈佛大学博士后引关注。网传简历显示，罗林姣曾就读哈佛大学物理系，获生物物理专业博士学位，2018年出任桃源街道办副主任。有人说，如此高的学历不当科学家可惜了，也有网友表示支持：对科技企业支持更有优势。

26日南山区委组织部一名工作人员表示，罗林姣确为哈佛大学博士后，她选择当街道办副主任属个人行为。

# 三、信号过度发射

## ——过度教育

第 8 卷第 2 期  
2009 年 1 月

经济学 (季刊)  
China Economic Quarterly

Vol 8, No 2  
January, 2009

### 过度教育与教育的信号功能

李锋亮 岳昌君 侯龙龙\*

**摘 要** 本文利用 2003 年北大课题组进行的全国范围内的高校毕业生调查数据,通过考察毕业生初始工作过度教育的情况与所在企业的规模之间的关系,检验两个竞争的理论——人力资本理论与信号理论(筛选假设)各自关于过度教育的推论。实证结果发现企业规模越大,毕业生出现过度教育的概率显著更大,而且过度教育的幅度也显著更高。这就支持了在高等教育大规模扩展的背景下,过度教育可能是雇主筛选毕业生求职者的一种机制。

**关键词** 信号, 过度教育, 企业规模

## 三、信号过度发射

### ——两个竞争性理论

人力资本理论认为过度教育仅是劳动力市场中一个短期的不均衡现象 (Tsang and Levin, 1985), 而且教育、培训与工作经验这三种不同形式的人力资本的替代效应很强, 对于个体而言过度教育往往是为了积累工作经验以寻找更加匹配的工作机会的策略 (Sicherman, 1991; Alba-Ramirez, 1993)。

而筛选理论却认为, 由于信息不对称是广泛存在的, 所有个体为了向潜在雇主表明自己的能力, 都将尽可能多地投资教育以获得尽可能强的信号。比如 A 拿到了高中文凭, B 为了区别于 A, 就想获得大学文凭; 而一旦 A 也拿到了大学文凭, 则 B 就有动力投资更高的教育层次, 因此劳动力市场中个体的平均教育水平高出其工作所要求的平均教育水平的差将有上升的趋势。

## 三、信号过度发射

### ——可检验的假说

Chatterji *et al.* (2003) 将雇主所要求 (required) 的教育层次分解成两个部分：其一为工作岗位所必需 (necessary) 的教育层次，另外就是超出的部分。而超出部分的大小随不同企业以及同一企业内不同工作岗位各异，也即取决于工作环境的筛选程度的强弱。然而尽管雇主是希望招收教育层次高于工作岗位必需教育层次的雇员，但如果给予的工资水平依然是工作岗位必需教育层次工资水平，那么雇员肯定会不干的。因为雇员接受更多的教育，耗费了更多的直接成本和机会成本，是希望得到更高的工资收入作为补偿。因此，雇主将在培训效益、监督成本和工资成本中作抉择。如果岗位的监督成本很高，超出了支付给更高教育层次的雇员更高工资的成本，那么雇主将选择招收教育层次更高者 (Salop, 1979; Shapiro and Stiglitz, 1984)。

基于上述的分析，Chatterji *et al.* (2003) 认为：当监督成本足够低或者生产产出足够小时，雇主可能不需要过度教育的信号；当监督成本或者生产产出增加到一定程度时，就达到需要过度教育信号的拐点 (corner)；当监督成本或者生产产出继续增长时，雇主就开始需要正的过度教育信号。因此，在其他条件相同的情况下，对于监督成本更高的工作环境和岗位，雇员的教育层次高过岗位必需的教育层次的可能性更大；而且监督成本越高，需要的信号也就越大，那么“要求的”超出“必需的”教育层次的幅度也就越大。

## 三、信号过度发射

### ——如何检验？

为了验证上述假设，Chatterji *et al.* (2003) 通过问卷调查询问雇员对工作岗位的必需教育层次与自身教育层次之间的差距，来定义教育信号的大小。如果雇员的回答为“正好吻合”，则教育信号  $S=0$ ；如果回答为“差不多吻合”，则教育信号  $S=1$ ；如果回答为“不很吻合”，则教育信号  $S=2$ ；如果回答为“完全不吻合”，则教育信号  $S=3$ 。这样教育信号  $S$  就是一个有序的分类变量。

### ——结果如何？

Chatterji *et al.* (2003) 构建了一个有序的 probit 模型，因变量为  $S$ ，自变量包含公司规模、工作性质（计件或计时、是否有监工等）、职业、个人特征等变量。实证结果发现：（1）企业规模越大者，所需的教育信号越大；（2）计时工资较之计件工资，前者所需的教育信号更大；（3）没有监工较之有监工，前者所需的教育信号更大。这些结果都支持了初始的假设，即监督成本越高，雇主需要雇员发送的教育信号越大。

### 三、信号过度发射

#### ——基于中国高等教育扩张的经验

- 北大课题组2003年针对45所大学毕业生的问卷调查，共18722份有效问卷。
- 关键变量定义如下，控制变量包括毕业生性别、专业、学校声誉、父亲受教育年限等。

本研究主要考察企业规模和过度教育这两个变量。其中企业规模的信息来源于毕业生对“您已经确定的工作单位（主要指与您签约的那一级单位）的规模大约为多少人”这一问题的回答，也就是说用雇员数来衡量企业的规模。而关于毕业生过度教育的信息主要来源于毕业生对于“您的学历是什么”、“如果要胜任您即将从事的工作，您估计实际上需要哪个层次的知识 and 能力”这两个问题回答的处理。如果个人主观估计将从事的工作所需学历低于自身学历的话，就表示过度教育；如果前者高于后者，就表示教育不足；如果两者相等，就表示教育持平。

# 三、信号过度发射

## ——回归结果

表2 过度教育三个模型的回归结果

	过度教育		
	Probit	OLS	Oprobit
常数项	-1.693 (0.142) ***	0.090 (0.113)	
性别	0.157 (0.057) ***	0.150 (0.046) ***	0.187 (0.055) ***
学历(以专科为基准)			
本科	0.322 (0.098) ***	0.166 (0.078) **	0.319 (0.095) ***
硕士	0.783 (0.145) ***	0.559 (0.122) **	0.680 (0.139) ***
博士	1.061 (0.236) ***	0.323 (0.203) *	1.040 (0.220) ***
父亲受教育年限	0.016 (0.007) **	0.015 (0.006) **	0.017 (0.007) **
学校声誉			
一般本科	0.176 (0.057) ***	0.076 (0.046) *	0.162 (0.057) ***
高职高专	0.396 (0.104) ***	0.180 (0.086) **	0.333 (0.100) ***

# 三、信号过度发射

## ——回归结果

职业(以专业技术工作为基准)			
行政管理	0.312 (0.077) ***	0.270 (0.065) ***	0.321 (0.074) ***
企业管理	0.276 (0.109) **	0.277 (0.092) ***	0.304 (0.104) ***
技术辅助	0.365 (0.067) ***	0.324 (0.056) ***	0.372 (0.064) ***
服务	0.411 (0.099) ***	0.300 (0.085) ***	0.361 (0.095) ***
工人	0.561 (0.145) ***	0.304 (0.129) **	0.506 (0.137) ***
企业规模	0.018 (0.010) *	0.032 (0.008) ***	0.019 (0.007) ***
<i>F</i> 值		7.490 ***	
调整后的 $R^2$		0.043	
Chi 方	131.54		129.56
Log likelihood 值	-1 729.874		-2 204.974
<i>N</i>	3 362	3 362	3 362

——这个回归分析有什么问题？

## 四、对信号发射模型的评论

### ——信号发射与类似现象

- 信号发射模型的关键是，信号本身与能力没有直接关系。
- 在声誉模型中，高能力者可以通过生产高品质商品或服务来建立声誉，但这种表现与其能力直接相关。
- 此外，声誉模型要求多期博弈，而非一次性博弈。
- 有些信号是外生的，与代理人的努力无关。例如，年龄、性别、相貌。
- 外生信号的好处是节约了发射成本，但可能并不准确。

## 四、对信号发射模型的评论

### 行长的面部宽高比影响银行绩效的路径研究

李建标<sup>1,2,3</sup>、宋婧楠<sup>4</sup>、李帅琦<sup>1,2</sup>

1 南开大学 中国公司治理研究院, 天津 300071

2 南开大学 泽尔滕实验室\商学院, 天津 300071

3 南开大学滨海学院, 天津 300071

4 天津外国语大学国际商学院, 天津 300204

**摘要:** 高管的个人特征被认为显著相关于公司绩效。本文提取银行行长的面部宽高比这一易于定量识别的生理指标表征其个人偏好特征与行为倾向, 运用 2008-2016 年我国商业银行的微观数据, 分析银行行长的面部宽高比对其所在银行内外部绩效的影响, 并对其影响路径进行了实证和实验检验。结果表明: 银行行长的面部宽高比影响银行绩效, 但银行行长面部宽高比对银行内部财务绩效和银行市场评价存在不同影响。银行行长面部宽高比对银行财务绩效和市场评价的影响遵循两个路径: 银行行长面部宽高比通过体现出的权力感影响银行内部绩效; 银行行长面部宽高比通过他人对其相貌的认知影响银行市场评价。本文的研究不仅丰富了银行绩效影响因素等方面的文献, 还能在一定程度上为研究管理者特征提供新的视角。

**关键词:** 银行行长 面部宽高比 财务绩效 市场评价 行长权力感 他人感知

## 四、对信号发射模型的评论

### 长相影响行为？

加利福尼亚大学、圣安德鲁斯大学几个学者在2012年发表了一篇论文，题目是《Facial width-to-height ratio predicts achievement drive in US presidents》，研究的内容就是29位美国的面部宽高对他们政治成就的影响。

他们的结论非常有意思，脸宽的人野心更大，所以会付出更多的努力，政绩表现的也更好。

**Table 1**

Names and facial width-to-height ratio of the US presidents used in the study.

President	fWHR	President	fWHR
John Quincy Adams	1.99	William H. Taft	2.01
Zachary Taylor	1.86	Woodrow Wilson	1.78
Millard Fillmore	2.04	Warren G. Harding	1.91
Franklin Pierce	1.89	Calvin Coolidge	2.04
James Buchanan	1.88	Herbert Hoover	2.30
Abraham Lincoln	1.93	Franklin D. Roosevelt	1.88
Andrew Johnson	2.18	Harry S. Truman	2.01
Ulysses S. Grant	2.07	Dwight D. Eisenhower	2.04
Rutherford B. Hayes	1.93	John F. Kennedy	2.13
James Garfield	2.06	Lyndon B. Johnson	2.04
Chester A. Arthur	1.80	Richard Nixon	1.91
Grover Cleveland	2.05	Gerald Ford	1.96
Benjamin Harrison	1.88	Jimmy Carter	2.15
William McKinley	1.90	Ronald Reagan	1.98
Theodore Roosevelt	2.03		

## 四、对信号发射模型的评论

### ——信号发射模型的缺陷

- 信号发射模型在解释教育的实践中，通常用学历、教育年限或者分数来衡量，但三者可以差别很大。
- 有学者提出了三条反对理由（Layard-Psacharopoulos, 1974）：
  - 退学者与完成学位者得到同样高的教育收益率，所以学历可能不是好的指标，但受教育年限可能是。
  - 不同教育水平的工资差异随年龄而提高，但当雇主多次观测到工人的产出后，教育信号的作用将降低。
  - 一些考试或证书的成本低于教育。例如，美国SAT（scholastic assessment test）的分数与之后的成绩高度相关。

## 四、对信号发射模型的评论

### ——生产性的信号发射

- 在混同均衡中，信号发射也许是浪费社会资源，但有三个理由表明它在分离均衡中是次优有效的。
- 第一，它允许雇主为不同类型工人匹配不同的工作，做到“人尽其才”。如果是混同均衡，只能随机分配，无法做到工作“对口”。例如，硅酸盐专业的大学生分配到百货店卖盐。
- 第二，它阻止了有天赋的工人转移到能表明他们天赋但生产率更低的工作。没有信号发射，有天赋的工人只能创业，这样他收入更高但生产率更低。
- 如果能力是内生的，它将鼓励工人去提高能力。“熟读唐诗三百首，不会吟诗也会吟”。

# 谢谢

聂辉华 教授

[niehuihua@vip.163.com](mailto:niehuihua@vip.163.com)

[www.niehuihua.com](http://www.niehuihua.com)

微信公号/微博：聂辉华

B站账户：聂辉华教授

