

讲义：教育，人力资本和劳动力市场的信号

David Autor
14.03 2004 秋季

前面关于完全显示性原理的讨论说明如果信息的显示是可信而又免费的，那么市场就会有效的解决信息问题。但是完全显示性原理没有说如果信息显示是可信但有成本时，这个过程是否还有效率。Akerlof 和 Rothschild-Stiglitz 的模型指出在这些情况下信息显示的太少了。但是 Spence (1973)的信号模型却显示有时候信息也可能太多。尽管信息的显示通常本身是没有害处的，可是这些信息的社会价值可能抵不上显示的成本。这是信号模型的发现。显示和不显示的激励都纯粹是私人的。按照一个社会效率的评判标准，这些私人激励既可能也可以是不可能产生理想的结果。

1 上下文：教育投资

- 教育可能是你将做出的最重要的投资决定。
- 大多数发达国家的公民都会花费 12-20 年的时间待在学校里。这就包括两类成本：
 - 直接成本：教室，老师，课本等等。（美国每年把国内生产总值的百分之五花费在公共教育的直接成本上。）
 - 间接成本：机会成本包括工作或娱乐。这些成本可能比直接成本多得多。
- 这项巨大的投资具有社会效率吗？
- 经济学上曾用一个传统的模型来考虑教育投资：The Human Capital of Becker (1964)。这个模型给出的答案很可能是教育投资是有效率的。
- Spence 提出了第二个模型：信号模型。
- 我们将比较这两个模型的相同和不同之处。

2 一个简单的人力资本投资模型

- 一个受过 s 年教育的人的工资用 $W(s)$ 表示。

- 假定 $w'(s)$ 为正，教育有利于生产效率的提高，因此收入随受教育的年数的增加而增加。
- 假定学校教育的直接成本 c 为零。
- 利率 $r > 0$ 。
- 为了简单起见，假定人的寿命是无限长的（在一个贴现模型中 40 年就基本上可以认为是无限长）。
- 一年的学习教育的收益是多少？将来每年的收入是 $w(1)$ ，这项收入的贴现值 (DPV) 是：

$$DPV \ w(1) = w(1) + \frac{w(1)}{1+r} + \frac{w(1)}{(1+r)^2} + \dots + \frac{w(1)}{(1+r)^\infty},$$

求解得：

$$\begin{aligned} DPV \ [w(1)] \cdot \left(\frac{1}{1+r} \right) &= \frac{w(1)}{1+r} + \frac{w(1)}{(1+r)^2} + \frac{w(1)}{(1+r)^3} + \dots + \frac{w(1)}{(1+r)^\infty}, \\ DPV \ \left[w(1) \cdot \left(1 - \frac{1}{1+r} \right) \right] &= w(1), \\ DPV \ w(1) &= w(1) \left(\frac{1+r}{r} \right). \end{aligned}$$

- 注意到你不能立即得到第一年的工资——由于你在学校待着就必须等一年。所以一年的学校教育的收益是 $w(1) \left(\frac{1+r}{r} \right) \left(\frac{1}{1+r} \right) = \frac{w(1)}{r}$ 。
- 所以，一年的学校教育的净收益是：

$$w(1) \frac{1}{r} - w(0) \left(\frac{1+r}{r} \right)$$

- 一些默认的假定条件：
 - 劳动力市场是竞争的。
 - 资本市场是完善的（一直都能够借到所有的学费）。
 - 理性的，相同的个体，每个人都有相同的挣钱的潜力。

- 处于均衡时，多加一年的学校教育的收入与成本相等。（如果成本比收入低，每个人都会参加学校教育。如果成本高于收入，那么就没人去。所以，均衡必须让每个人认为这两种选择是没有差异的。）
- 这就推出：

$$\begin{aligned} w(1)\frac{1}{r} &= w(0)\left(\frac{1+r}{r}\right), \\ \frac{w(1)}{w(0)} &= (1+r), \\ \ln w(1) - \ln w(0) &= \ln(1+r) \approx r. \end{aligned}$$

换句话说，一年学校教育对于工资的增长大概就等于银行利率。

- 尽管这个模型很简单，但是却描述了一个十分显著的实证规律。根据过去的 64 年的统计（这是对于美国能够分析的最长的时间段），估计得到一年的学校教育使工资的增长为百分之五到百分之十——大概等于实际利率加上通货膨胀率。

2.1 这个关于资本投资“减少差距”的模型有四个可检测的含义：

- 1 在学校学习时间越长的人生产效率越高。
- 2 在学校学习时间越长的人工资越高。
- 3 学校学习的回报率大概与利率相等。
- 4 人们年轻时，在工作前会入学读书。[为什么？因为任何时候到学校读书的成本都是一样的，但是收益只有在读完之后才开始。你必须在工作之前接受教育。]

3 Spence 的关于教育投资的信号模型

- 如果教育不能提高生产效率，上面的事实还成立吗？
- 在 Spence 之前，大多数经济学家会说这不成立。如果教育不能提高生产效率，为什么人们还会花时间去接受教育？雇主为什么要给受过更多教育的人更高的工资？
- Spence 的模型的惊人之处在于，即使教育是不能提高生产效率的，在一个均衡状态中，雇员和雇主也会要求要有教育。
- 分析下面这个很有特点的模型：
 - 1 个人的能力不同，分为两类：H，L。

- 2 高能力的人内在地比低能力的人具有更高的生产效率。
- 3 个人知道自己的能力，但是潜在的雇主不知道。
- 4 教育不会提高一个人的能力/生产率。
- 5 能力高的人进入学校学习的成本低于其他人。（为什么会是这样的？坐在教室里呆四年是要有耐心和心理成本的，而能力高的人的心理成本低些，能力高的人的教育补助也要高些，比如奖学金）。

- 我们应用下列参数值：

类型	生产率	人口比重	教育成本
L	$\gamma=1$	q	s
H	$\gamma=2$	$1-q$	$s/2$

- 总的平均生产率是 $q + 2(1 - q) = 2 - q$ 。

3.1 分离均衡

- 假定一个公司提供下面的工资方案：

$$w(s) = 1 + I[s \geq v],$$

$I[\cdot]$ 是一个指示函数。一个教育年限大于等于 v 的工人的工资是 2, 否则为 1.

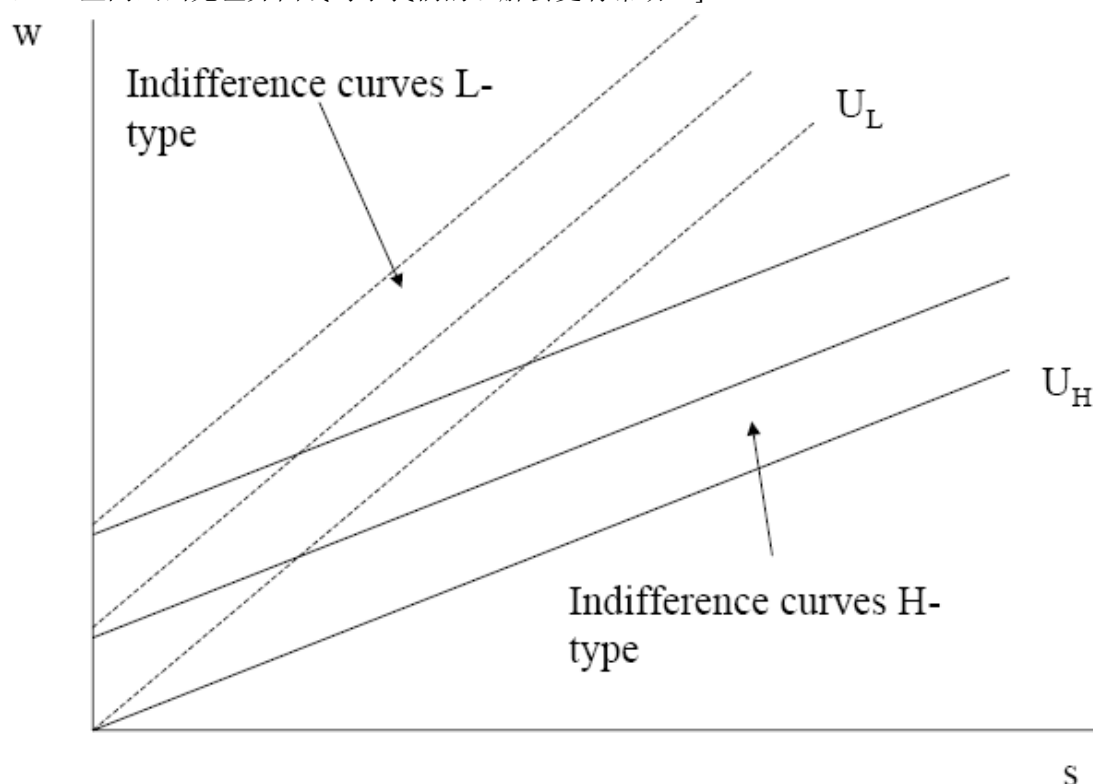
- 那么人们会选择接受多少年的教育呢？也解决的问题是：

$$\max_s w(s) - c(s)$$

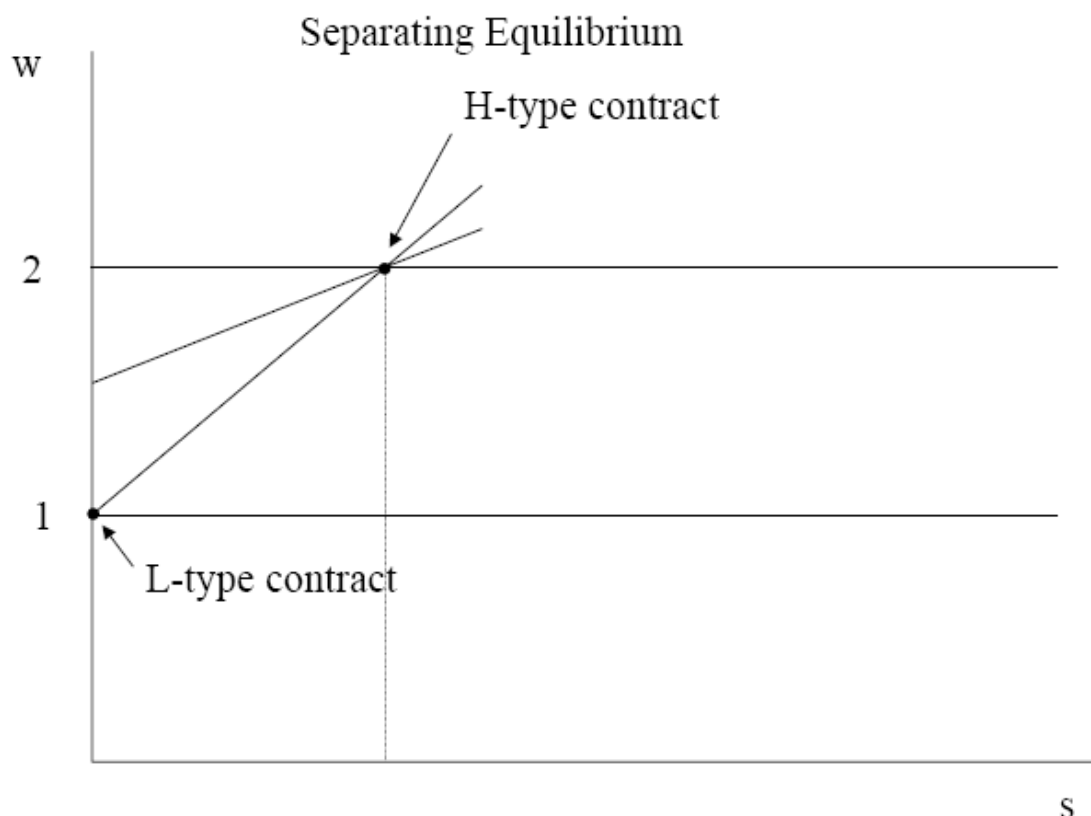
- 对于 H 类型的工人，接受 v 年教育的成本是 $v/2$ ，工资的增长是 1。所以只要 $2 - v/2 > 1$ ，H 类型的工人就会接受 v 年的教育。
- 对于一个 L 类型的工人，接受 v 年教育的成本是 v ，工资的增长是 1。
- 所以只要 $2 - v > 1$ ，H 类型的工人就会接受 v 年的教育。
- 分析假定雇主设定 $v=1+\epsilon$, ϵ 是个很小的正数。那么谁会选择接受教育了？显然 H 类型的工人会选择接受 v 年的教育，而 L 类型的工人却会认为自己接受教育是不值得的（因为 $2-v < 1$ ）。
- 工资方案(1)是一个均衡吗？
- 就像我们在柠檬模型中讨论的一样，一个价格或工资的均衡方案需要内在的一致

性：基于工人的生产率，雇主应该要觉得给他们这么多的工资是值得的。因此，在均衡中有 $E(\gamma(w)) = w$ 。在一个工资方案中，工人的期望生产率应该等于他所拿的工资。这里，方程 $\gamma(w)$ 是指工人在工资水平为 w 时的生产率。

- 在这个情况下， $s=0$ 的工人是 L 类型的。他们的生产率是 1, 工资也是 1。所以雇主的对于这些工人的工资方案是理性的： $w(s=0) = E(\gamma(s=0)) = 1$ 。
- $S=v$ 的工人是 H 类型的。他们的生产率是 2，工资也是 2。所以雇主的对于这些工人的工资方案也是理性的： $w(s=v) = E(\gamma(s=v)) = 2$ 。
- [在 (w, s) 空间画出无差异曲线对于我们的理解会更有帮助。]



- 所以存在一个均衡：高能力的工人接受 $s=v$ 年的教育，低能力的工人接受 $s=0$ 年的教育，也就是不接受教育，雇主收益为零，不管是高能力的，还是低能力的工人，还是雇主都没有偏离这个工资方案的激励。



- 当然，具有讽刺意味的是教育是完全不能提高生产率的。通过教育，H类型的工人发出了他们应该获得高工资的信号——但是这纯粹是个人的收益。从社会来看，这种信号是浪费的；它不能提高总的产出（如果他们不参加教育，他们具有同样的生产率）。
- 在这个模型中，雇主对于教育能否提高生产率的观点是否重要？事实上，这不重要。只要接受过 s^* 教育的人具有 2 单位的生产率，没有接受 s^* 教育的人具有 1 单位的生产率，雇主就没必要更改他们的工资方案。[做一个实验，告诉雇主们教育是没有用的，他们会改变自己的工资方案吗？]

3.2 合并均衡

- 上面的例子是一个分离均衡：L，H 类型的工人获得不同水平的工资。有两种可能的合并均衡。
- 假设雇主提供一个工资方案：

$$w(s) = 1 + I[s \geq 0.50] \cdot (1 - q)$$

S 小于 0.25 的工人的工资只有 1，其他人的工资是 $2-q$ 。这时谁会进行教育投资？

- H 类型的工人会接受 $s=0.25$ 的教育在成本为 0.25 时，只要满足下列条件：

$$2 - q - 0.25 > 1 \Rightarrow q < 0.75$$

- L 类型的工人也会接受 $s=0.25$ 的教育在成本为 0.25 时，只要满足下列条件：

$$2 - q - 0.50 > 1 \Rightarrow q < 0.50$$

- 所以，如果 $q < 0.50$ ，所有的工人都会接受 $s=0.25$ 的教育。
- 在这样的事实情况下，雇主的工资方案是否理性？回答是肯定。因为只要工人中高能力者的构成比例是这样，那么期望的生产率就有那么多。

$$E(\gamma(w) | q < 0.50) = q + 2(1 - q) = 2 - q = 1.5。$$

- 所以，这是一个可能的合并均衡。
- [注：这是个有点奇怪的均衡，因为在没有明确表明如果雇主遇到一群 $s=0$ 但是生产率也是 $2-q$ 的工人，他会怎么做。这个模型出现在博弈论形成之前，所以它不能准确的预言偏离均衡的想法是怎样影响这个模型的。 $E(\gamma(w = 1.5)) \neq 1.5$]
- [注：如果 $q=0.51$ ，那么情况又是怎样？这个工资方案就不会是一个可行的均衡。高能力的工人而不是低能力的会接受教育，然而高能力的工人也只能获得 1.5 的工资尽管他们的生产率有 2。雇主们就有偏离这个工资方案，提高高生产率工人的工资的激励。]
- 考虑一个不同的合并均衡，雇主提出的工资方案如下：

$$w(s) = (2 - q) + I[s = 3]。$$

- 在这种情况下谁会接受教育？回答是没人会接受教育。先考虑 H 类型工人的决策。

$$2 - q + 1 - 3/2 < 2 - q。$$

H 类型的工人去接受 3 单位的教育是不值得的。如果 H 类型的都不值得，那么 L 类型的就更不用说了，显然他们也不会。

- 但是这次雇主的想法又得到了自我印证因为这些没有接受教育的人确实具有 $2-q$ 的生产率，它又恰好等于工资： $E(\gamma(1 - q)) = 1 - q$ 。
- 这两个合并均衡哪个是帕累托更优的？当然，后一个更好。生产率和工资都相等，但是在后一种情况下，没有花在学校教育上的浪费。

3.3 一个更加有说服力的例子

- 分析这个模型，生产率是连续的分布，教育只有简单的一种“文凭”。

- 生产率 η 都是在 0 到 100 之间分布。
- 取得一个文凭的成本是 $80-0.50\eta$;也就是说, 对于高生产率的工人文凭的成本少些。
- 取得一个文凭不会影响生产率。
- 雇主们不能区分工人的生产率, 只能按期望的生产率支付。因此, 如果没有其它更多的信息, 工资就是 $w=E[\eta]=50$ 。

● 问题: 这个模型中均衡的教育水平和工资是多少?

● 解决方法和逆向选择模型的艺术品市场很相似。

- 首先, 在一定的工资条件下, 求得工人的最佳教育选择。
- 然后, 在给定工人教育选择的情况下, 求得雇主的工资方案。
- 找到均衡的工资水平, 它要同时满足两方面的选择 (以至于他们是互相协调的): $E(\eta(w)) = w$ 。

● w_1 代表有文凭的工人的工资, w_0 代表没文凭的工人的工资。

● 一个工人会去争取一个文凭如果工资差距 ($w_1 - w_0$) 超过成本:

$$w_1 - w_0 \geq (80 - 0.50\eta),$$

$$\text{so } \eta^* = 2 \cdot (w_0 - w_1 + 80)$$

$\eta \geq \eta^*$ 的工人会去争取获得一个文凭, 其他的却不会。

● 现在, 考虑在给定 η^* 的情况下的工资选择。雇主们会根据有文凭和没文凭来支付期望工资。运用 η 的均匀分布, 得出:

$$w_1 = E(\eta | \eta \geq \eta^*) = \frac{\eta^* + 100}{2}$$

$$w_0 = E(\eta | \eta < \eta^*) = \frac{\eta^*}{2} \quad \circ$$

● 代入上面的等式, 得:

$$\begin{aligned}
\eta^* &= 2 \cdot (w_0 - w_1 + 80) \\
&= 2 \cdot \left(\frac{\eta^*}{2} - \frac{\eta^* + 100}{2} + 80 \right) \\
&= 2 \cdot 30 \\
\eta^* &= 60, \\
\Rightarrow w_0 &= 30, w_1 = 80.
\end{aligned}$$

- 检查这个答案。在均衡时，去争取一个文凭或不争取对于一个 $\eta=60$ 的工人的收益是没有差别的。没有文凭，他得到工资 30。有文凭，他的净工资也是 $80 - (80 - 0.5\eta) = 30$ 。所以这对于他是有区别的。显然对于一个 $\eta > 60$ 的工人，他会去获得一个文凭，其他的就不会去。
- 注意到获取一个文凭对于自身是最佳的，但是对于社会却是没有用的。知道这一点的一个方法是检验平均工资：

$$E(w) = 0.6 \cdot 30 + 0.4 \cdot 80 = 50,$$

这和没有人去获取文凭时的工资恰好相等。换句话说，文凭不会影响社会的产出。

- 然而在一个分离的均衡中，40%的工人接受教育，平均成本是 $80 - 0.5 \cdot 80 = 40$ 。这些都是沉没成本：总产出和工资总额都是一样的不管是否接受教育。文凭对于工人有好处，然而，对于一个生产率高的工人接受教育会提高工资（在这个过程中会降低生产率低的工人的工资）。

3.4 关于信号的总结

- 信息揭示和我们前面已经看到的柠檬模型和完全显示模型有紧密的联系。在所有这些模型中，均衡的价格方案必须是自我强化的。给定工人的教育水平，工资的提供者一定要能够招到那些生产率与他们所获得的工资相一致的工人。
- （在 Rothschild-Stiglitz 关于分离均衡的模型中（如果存在！），这一系列的保险方案要吸引到一些买主，他们的期望成本要与这套方案的价格相等。）
- 在所有这些模型中根本性的困难是不对称信息。由于这不对称信息，价格/工资就有了两个功能。一个是支付商品或服务的卖方。这是标准的功能。第二功能是决定其他卖方可能提供的所有类型的商品和服务。（所以，以艺术品市场为例，个人愿意支付的价格要考虑所有在这个价格愿意出售他们的艺术品的卖方——不仅仅是与你交易的那个。）毫无疑问在经济学中，用一个工具（价格）来解决两个分离的经济问题，就只能得到一个次优的结果。在所有这些例子，价格没有反映他们应该反映的社会成本（就像我们在一般均衡中证明的那样）。相反，他们反映了买方和卖方之间的策略均衡。

3.5 信号的实证含义

- 信号模型与 Becker 的人力资本模型有相同的推论吗？
 - 1 接受更多学校教育的人具有更高的生产率。是的。
 - 2 接受更多学校教育的人能够拿到更高的工资。是的。
 - 3 学校教育的收益率大概等于银行利息率。没有这样的推断。
 - 4 人们会在年轻的时候的参加学校教育，也就是，参加工作前。是的。
- 因为这两个模型的实证含义很相似，许多经济学家认为他们 不能够实证性的区分。最近，Tyler, Murnane 和 Willett 的论文显示这个结论是不成熟的。

4 检验关于教育的信号显示与人力资本模型

- 教育真的仅仅是（全部或部分地）一个关于能力的信号而不是一个提高生产率的途径吗？
 - 你显然在学校学到了一些有用的技能（工程，计算机科学，信号模型）。
 - 许多 MIT 的学生会被一些咨询公司雇佣但是他们很少用到这些技能。
 - 为什么一些人会选择 MIT 而不是其他学费只相当于 MIT 三分之一的州立大学？这都是由于教学质量的 原因，还是部分地由于它的知名度？
- 更难的问题：怎样来区分人力资本模型和信号模型？
 - 1 测量是否接受更多教育的具有更高的生产率？（
）
 - 2 测量人们接受教育前后的生产率——看是否有提高。（概念是说可行的，但实际上很难做。）
 - 3 检验是否能力高的人会参加学校教育？（
）
 - 4 找一些能力相同的人，然后随机的分配其中一些去上大学。检验上过大学的人是否赚的工资要高。（两个模型都说他们会。）
 - 5 找一些能力相同的人，然后随机的分配其中一些人一个文凭。看是否有文凭的人工资要高。（一个关于信号的检验。）

5 Tyler, Murnane 和 Willett 的研究

- TMW 对于“一般教育水平”文凭（GED）能否提高工资这个问题很感兴趣。

- 这个问题对于教育政策也非常的重要：
 - 到 1996 年，年龄在 18—24 岁的青年，有 9.8% 的人高中毕业取得 GED，而 76.5% 的人高中毕业取得 HS 文凭。
 - 见表 1。注意到在 1990 到 1996 年，黑人和非西裔人拥有 HS 文凭的比例下降很快。GED 文凭的增长恰好抵消它。因此，我们应该可以认为有 GED 文凭的人至少会比那些没有获得 HS 的人强一点点。
- 在 1996 年，759,000 没能通过 HS 的人参加了 GED 考试，有 500,000 通过了。
- 参加考试的现金费用是 50\$，时间是一整天。
- 要通过 GED 考试，平均每个人要花费 20 小时的学习时间。（当然有些人花的时间多，有些人基本上不要花时间。）
- 见表 2。有 GED 文凭的比 HS 毕业生的工资要低得多，但是比没有 HS 文凭的要高些。
- 为什么我们不能通过简单的比较有 GED 文凭和没有 GED 文凭的，来测量 GED 文凭的信号作用？
- 自我选择（内生选择）：
 - 不管什么情况，有 GED 文凭的人可能比有 HS 文凭的人的工资要低。这些不完全是 HS 课程带来的。
 - 不管什么情况，有 GED 文凭的人可能比没有 HS 文凭的淘汰生的工资要低，有 GED 文凭的人：
 - 相对于淘汰生受过更多的教育。
 - 更高的认知能力。
 - 他们的父母受过更多的教育。
- 所以，简单的比较淘汰生/有 GED 文凭的人/有 HS 文凭的人的收入不能告诉我们任何关于一个人获得 GED 文凭对于他有什么影响效果。

5.1 TMW 策略

- GED 的考试标准在美国各州之间是不同的。一些在德克萨斯州的得分为 40-44 的 GED 文凭获得者，同样的分数在纽约，佛罗里达或者康奈尔是不能获得相应文凭的。

- 但是如果 GED 分数是个人能力/生产率的一个很好的衡量标准的话，但是同样能力的人在德克萨斯能够获得 GED，而在纽约却不能。
- 在个准实验中，在不同的州 GED 分数相同的人被有效地随机分配了 GED 信号。
- 如果我们能够找出这些边际人群，我们就能够在保证能力一定的条件下，确定 GED 的纯信号作用。

5.2 信号模型在这里能做出了怎样的预测？

- 既然一些淘汰生能够获得 GED 而另一些人却不能，那么可断定市场是分离均衡的（也就是不是每个人都获得信号）。
- GED 作为一个信号，那么高能力的人获得它的成本应该低些（否则人们都会去获取它，或者没有人会去）。下面这一点也是很合理的：没有一定的教育和学习是不可能通过 GED 的。
- 在均衡中，对于每个人下面的条件必须满足：

$$w_{GED} - w_{NO-GED} \geq C_{GED} \Rightarrow \text{obtain,}$$

$$w_{GED} - w_{NO-GED} < C_{GED} \Rightarrow \text{don't obtain,}$$

C_{GED} 代表获取一个 GED 的直接成本和间接成本。

- 对于雇主下面的条件必须满足：

$$w_{GED} = E(\text{Productivity} | C_{GED} \leq w_{GED} - w_{NO-GED}),$$

$$w_{NO-GED} = E(\text{Productivity} | C_{GED} > w_{GED} - w_{NO-GED}).$$

- 如果所有这些条件都得到满足，公司会相应支付工资 w_{GED}, w_{NO-GED} 给 GED 和非 GED，工人们会相应自己选择是否去获取一个 GED。
- 注意一个额外隐含的假设：公司不能完全观察到工人的能力，除了 GED 文凭之外。如果他们能够，那么 GED 就不会有任何直观的信号作用。假定公司不能完全观察到工人的工人能力是很合理的。
- 相反，人力资本模型却隐含这样的一条，既然能力是可以比较的，那么他们的工资也是可以比较的。

5.3 差别中的差别

- 计量经济策略应该是很熟悉了（睡觉时你也应该能做了！）。我们必须估计：

$$T = E[Y_1|\eta = k] - E[Y_0|\eta = k],$$

Y1, Y2 分别代表 GED 和非 GED 的收入, η 表示能力, K 是常数, 在我们这里等于 40-44。

- 地域差别是 GED 随机分布的变量: 德克萨斯对纽约。
- 所以, 我们这样能够估计这种信号效应:

$$\hat{T} = E[Y|\eta = k, NY] - E[Y|\eta = k, TX]$$

- 然而, 我们也可以看到纽约和德克萨斯间有一个除 GED 之外的在各种能力水平下的直接的区域效应。例如:

$$E[Y|\eta, NY] - E[Y|\eta, TX] = \delta.$$

在这种情况下, 在前面方程中的 \hat{T} 可以看作是 $T+\delta$, 也就是, 信号效应加上区域效应。

- 为了解决这个问题, TMW 选择了一群分数在两个州都刚过线的 GED 考生作为控制组。GED 的

	低的通过标准	高的通过标准
低分数 (处理组)	GED	NO GED
高分数 (控制组)	GED	GED

- 结果变量是这四个组各自的收入:

	低的通过标准	高的通过标准
低分数 (处理组)	$E[Y \eta = k, TX]$	$E[Y \eta = k, NY]$
高分数 (控制组)	$E[Y \eta = k + 5, TX]$	$E[Y \eta = k + 5, NY]$

- 因此, D-I-D 估计值是:

$$\begin{aligned}
 E[\hat{T}] &= E[Y|\eta = k, NY] - E[Y|\eta = k, TX] \\
 &\quad - E[Y|\eta = k + 5, NY] - E[Y|\eta = k + 5, TX] \\
 &= T + \delta - \delta \\
 &= T
 \end{aligned}$$

- 结果:

- 见表四。

- 见图。

5.4 TMW 研究的结论

- 白人的信号效果大，5 年之后工资增加 20%.
- 这能够证明有 GED 文凭的人不比有 GED 文凭的人的生产率高吗？
 - 不是的，恰好相反。
 - 因为有一个信号均衡，有 GED 文凭的人平均生产率一定要高于淘汰生，否则淘汰生不会去获得一个 GED。
- 这能否证明 GED 能够提高生产率？
 - 不是的，他们与事实不一致，但是他们也没有提供这样或那样的证据。
- 这些结果能否证明教育是不能提高生产率的吗？
 - 不能，因为在这个准实验中教育和技能是有效地固定的。
- 这个研究毫无疑问的说明雇主们把 GED 文凭当作一个正的信号。这在以下条件下是成立的：
 - 1 有 GED 文凭的人平均生产率比没有 GED 文凭的人要高。
 - 2 要获得 GED 文凭，生产率低的人在一定程度上所需的成本要高，这可能与个人的成熟，智力等等有关。
 - 3 雇主们不能完全直接区分个人的生产率，因此就用 GED 作为一个期望的生产率信号。
 - 4 Tyler, Murnane 和 Willett 的论文是应用微观经济学里一流的范例。用一个很好的研究方法来解决一个重要的理论问题，并得出了一个令人信服的结果。