

# 因果推断

龙显灵 北京大学  
2025年6月

# 因果关系 vs 相关关系

- 例子1：你看到街上的人们带雨伞，于是预测今天要下雨，“人们带伞”并不导致“下雨”，“下雨”会导致“带伞”。
- 例子2：在某些地区的调查中发现，体重较轻的婴幼儿疫苗接种率更低。“是不是打疫苗会导致体重下降？”
- 例子3：服用退烧药的患者住院率比没吃药的更高。“是不是退烧药增加了住院风险？”
- 例子4：研究发现，老年人睡眠时间越短，患阿尔茨海默症的概率越高。“是不是睡得少会导致老年痴呆？”

# 因果关系 vs 相关关系

- 例子5：咖啡喝得多的人，心脏病发生率也更高。“是不是咖啡导致心脏病？”
- 例子6：在健康教育宣传力度大的地区，居民的慢性病发病率更低“是不是健康教育让大家变健康了？”
- 例子7：控烟政策出台后，城市的吸烟率下降了。“是不是控烟政策减少了吸烟”？
- 例子8：某地实施了“高血压、糖尿病等慢性病的免费早筛政策”，鼓励居民到社区卫生服务中心定期体检筛查。政策实施后，该地的慢性病报告发病率反而上升了。“是不是这个政策反而让更多人得病？”

# 收入与健康的关系

因果关系



相关关系

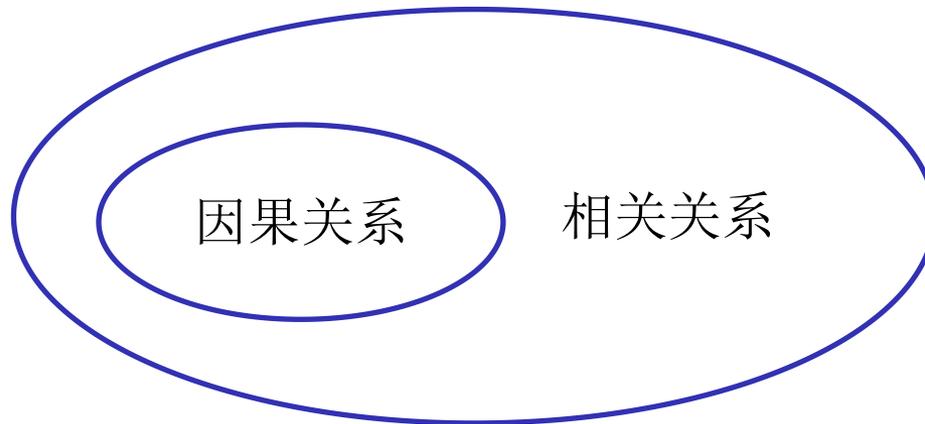


反向因果关系

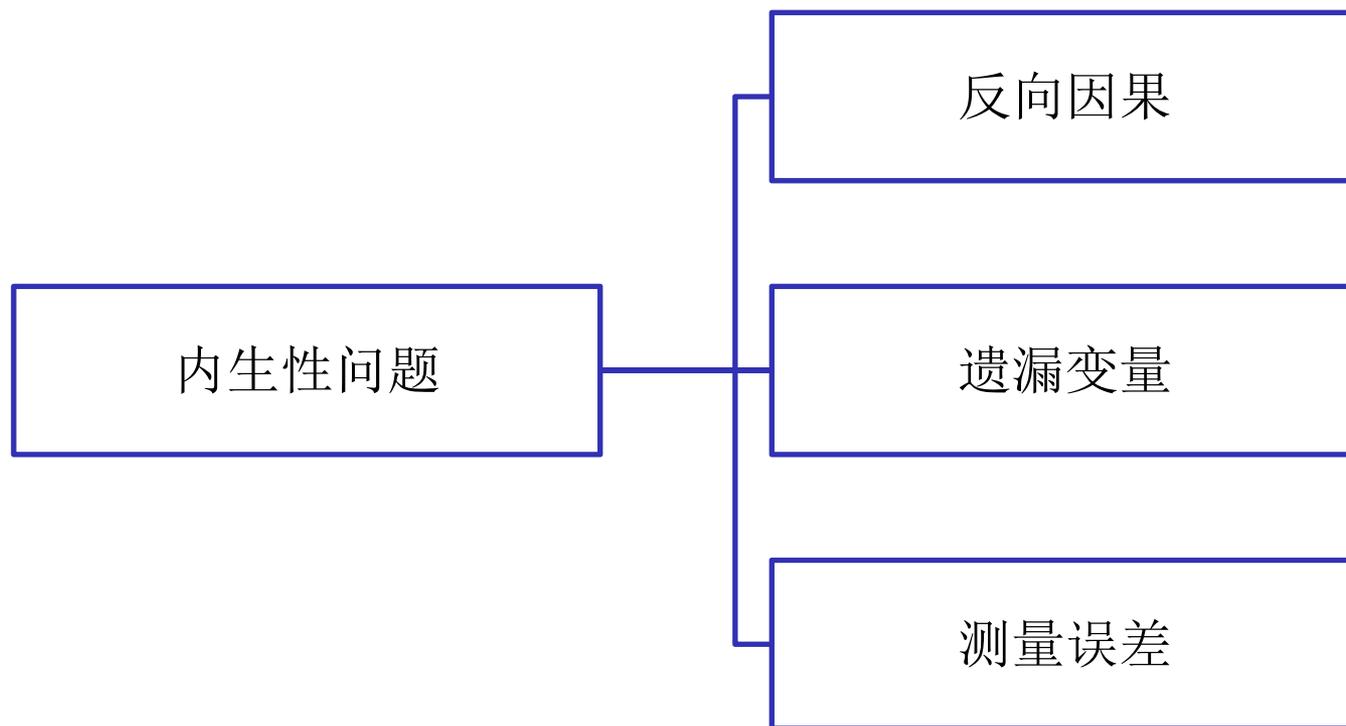


# 因果关系 vs 相关关系

- 政策评估、效果评估、因果分析，都离不开严谨的因果推断。否则，分析结果只揭示相关关系。



# 什么情况下，相关关系不等于因果关系？



# 什么情况下，相关关系不等于因果关系？

- 反向因果：
  - 例子2：在某些地区的调查中发现，体重较轻的婴幼儿疫苗接种率更低。“是不是打疫苗会导致体重下降？”
  - 例子4：研究发现，老年人睡眠时间越短，患阿尔茨海默症的概率越高。“是不是睡得少会导致老年痴呆？”
- 遗漏变量：
  - 例子6：在健康教育宣传力度大的地区，居民的慢性病发病率更低“是不是健康教育让大家变健康了？”
  - 例子：教育程度与收入的关系
- 测量误差：
  - 例子8：某地实施了“高血压、糖尿病等慢性病的免费早筛政策”，鼓励居民到社区卫生服务中心定期体检筛查。政策实施后，该地的慢性病报告发病率反而上升了。“是不是这个政策反而让更多人得病了？”

# 内生性问题的数据表达

- $Y_i = \beta X_i + \varepsilon_i$ 
  - $Y_i$ : 因变量（被解释变量）
  - $X_i$ : 自变量（解释变量）
  - $\varepsilon_i$ : 误差项
  - $\beta$ : 影响系数
- 内生性问题:  $\text{Covariance}(X_i, \varepsilon_i) \neq 0$
- 对  $\beta$  的无偏估计要求:  $\text{Covariance}(X_i, \varepsilon_i) = 0$

# 因果推断方法的核心

- 所有因果推断方法的核心：解决内生性问题 → 排除相关关系，确定因果关系
- 常见的因果推断方法
  - 工具变量
  - 双重差分
  - 断点回归

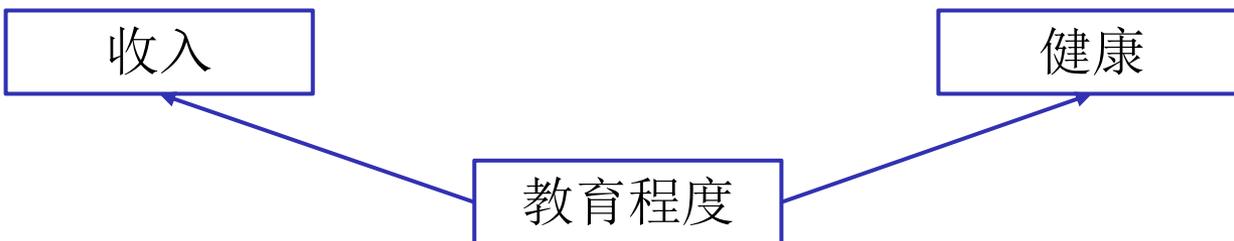
# 工具变量

# 工具变量：直观理解

因果关系



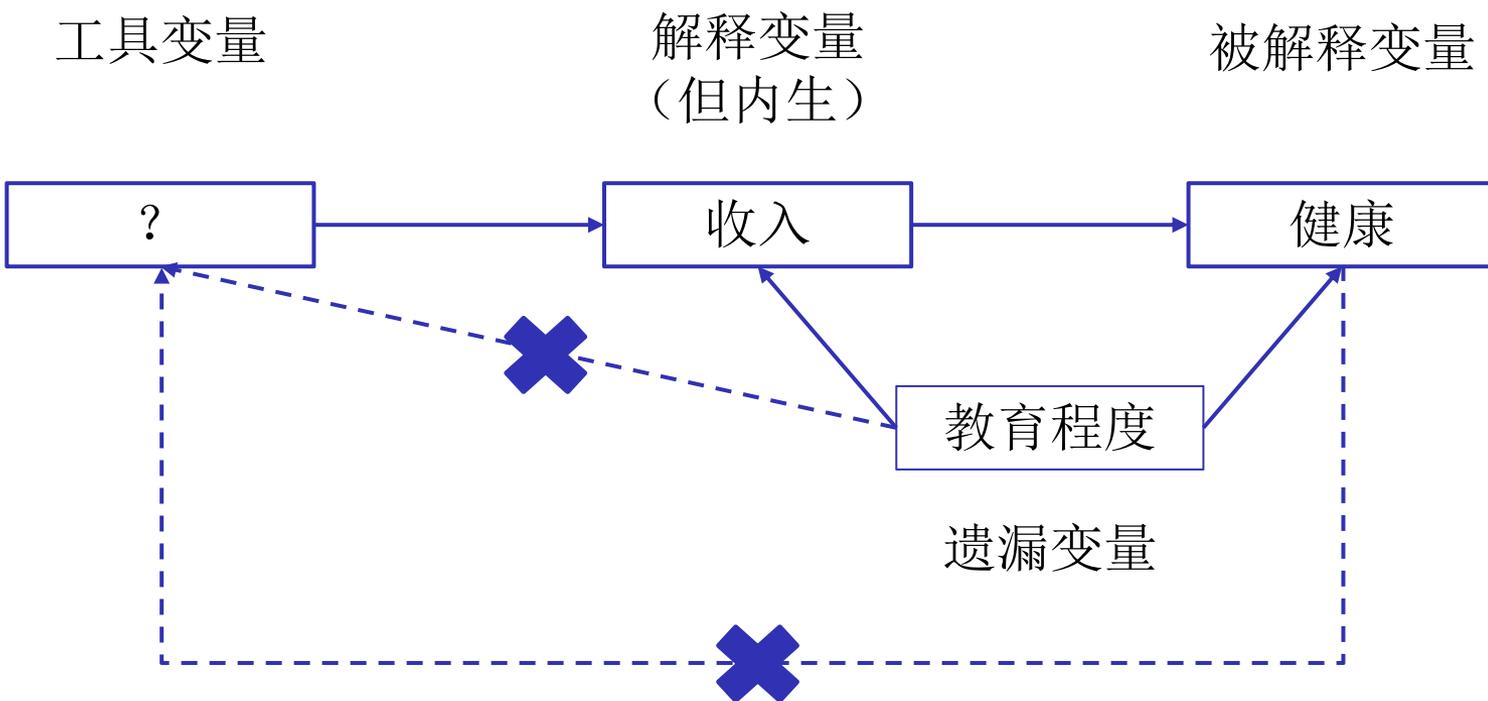
遗漏变量



反向因果关系



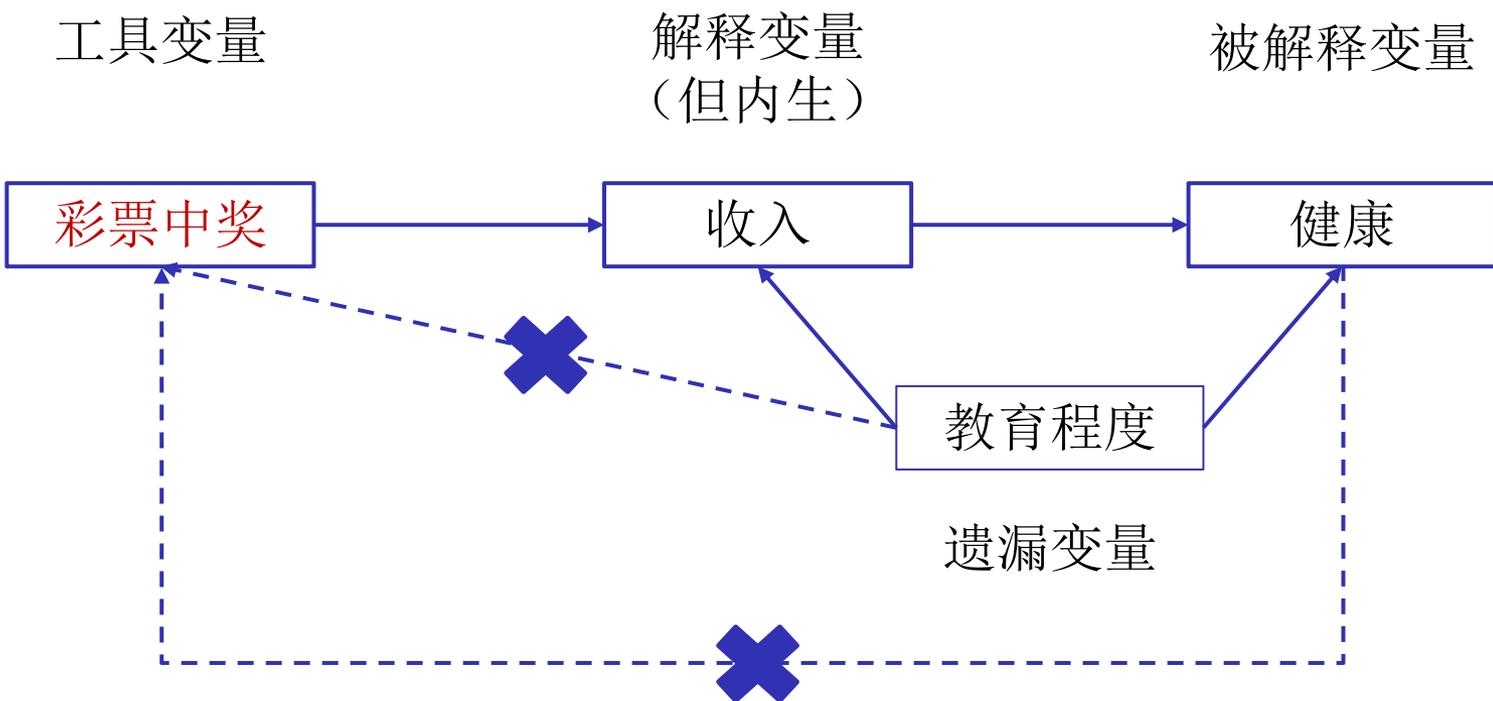
# 工具变量：直观理解



# 工具变量：直观理解

- 工具变量的两个要求：
  - **【外生性】** 没有内生性：
    - 没有遗漏变量同时影响工具变量和被解释变量
    - 没有反向因果关系
  - **【相关性】** 工具变量与解释变量相关
- 总结成一句话，工具变量对被解释变量的影响，只能通过解释变量产生。

# 工具变量：直观理解



# 工具变量：健康领域的例子

---

解释变量（有内生性）

工具变量

---

教育年限

医疗使用（就诊次数、住院等）

收入

肥胖（BMI）

健康保险覆盖

---

# 工具变量：环境领域的例子

---

解释变量（有内生性）

工具变量

---

空气污染（PM2.5）

水污染

绿地覆盖/自然接触频率

---

# 工具变量：使用方法

- 二阶段最小二乘法
- 第一阶段回归：预测内生变量
  - 用工具变量 $Z_i$ 去预测  $X_i$ :

$$X_i = \alpha_0 + \alpha_1 Z_i + v_i$$

- 从而得到 $\hat{X}_i$ ，即由工具变量所预测的那部分 $X$ 。
- 第二阶段回归：替代真实的 $X$ ，用预测值回归 $Y$ 
  - 用第一阶段得到的 $\hat{X}_i$ 回归 $Y$ :

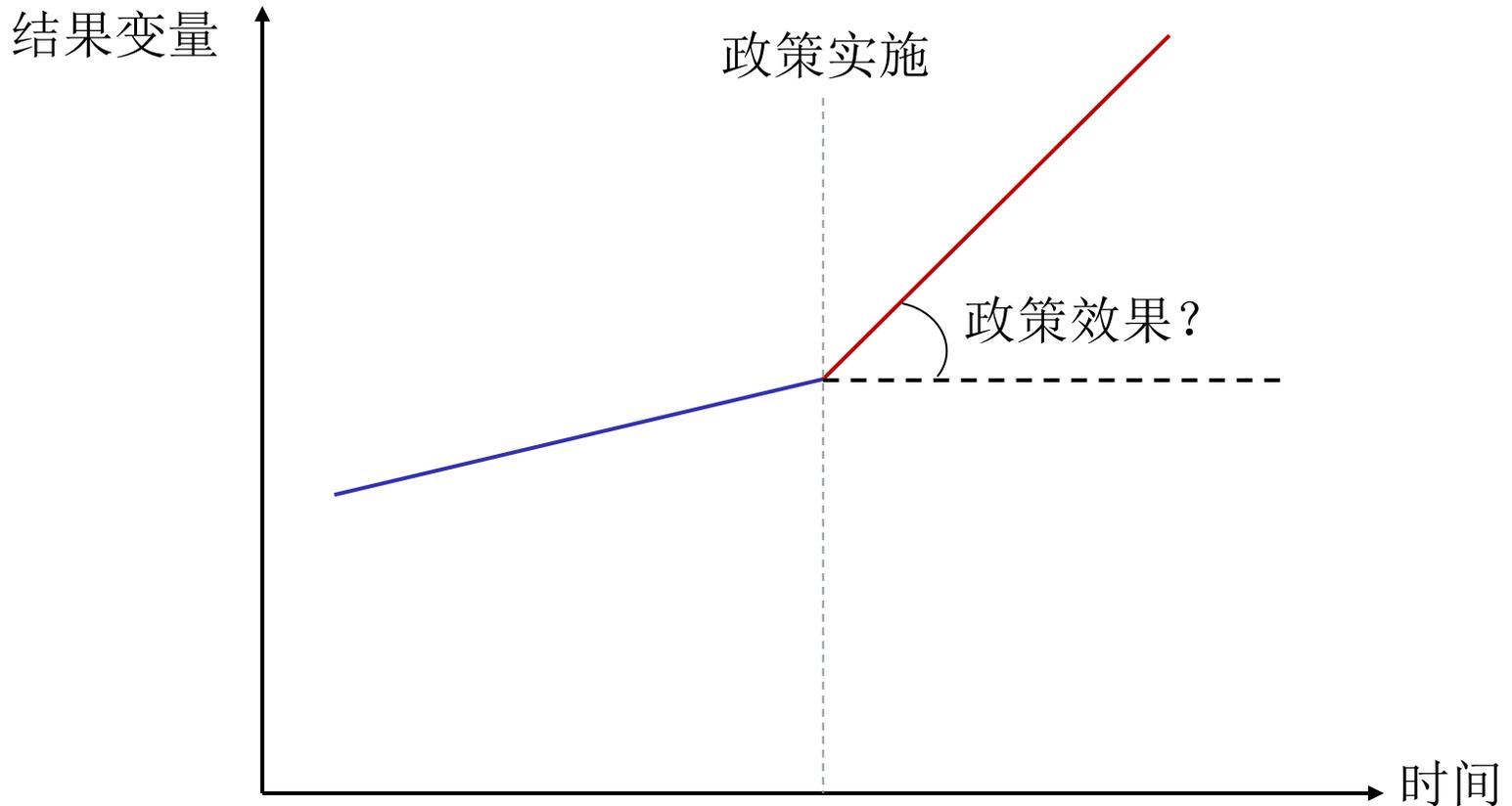
$$Y_i = \beta \hat{X}_i + \varepsilon_i$$

- 这一步中，因为 $\hat{X}_i$ 是只由外生变量 $Z_i$ 推出来的，它与原误差项 $\varepsilon_i$ 不相关，所以这个估计是正确的。

# 双重差分

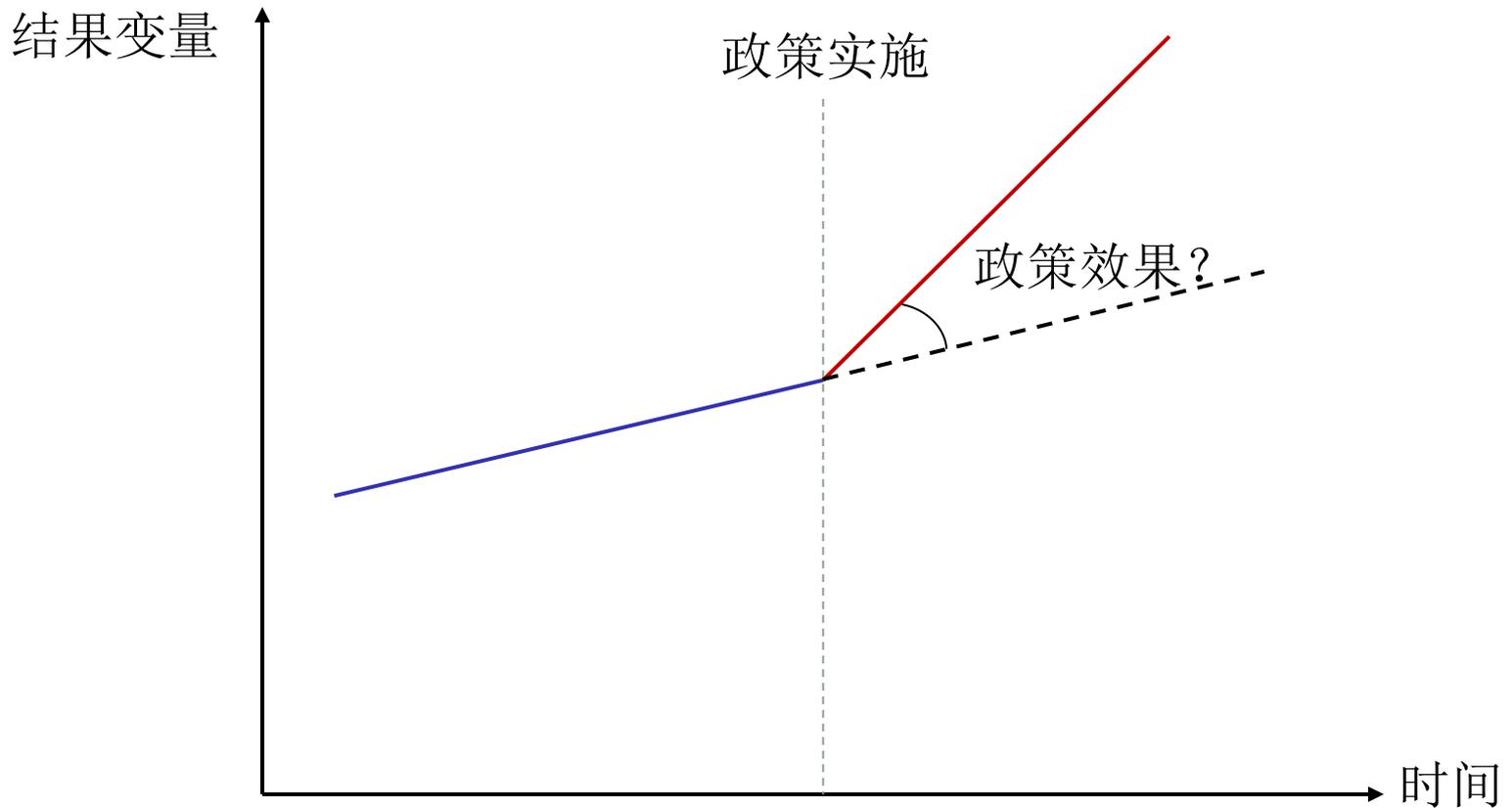
# 双重差分：直观理解

- 我们想评估政策效果、治疗效果



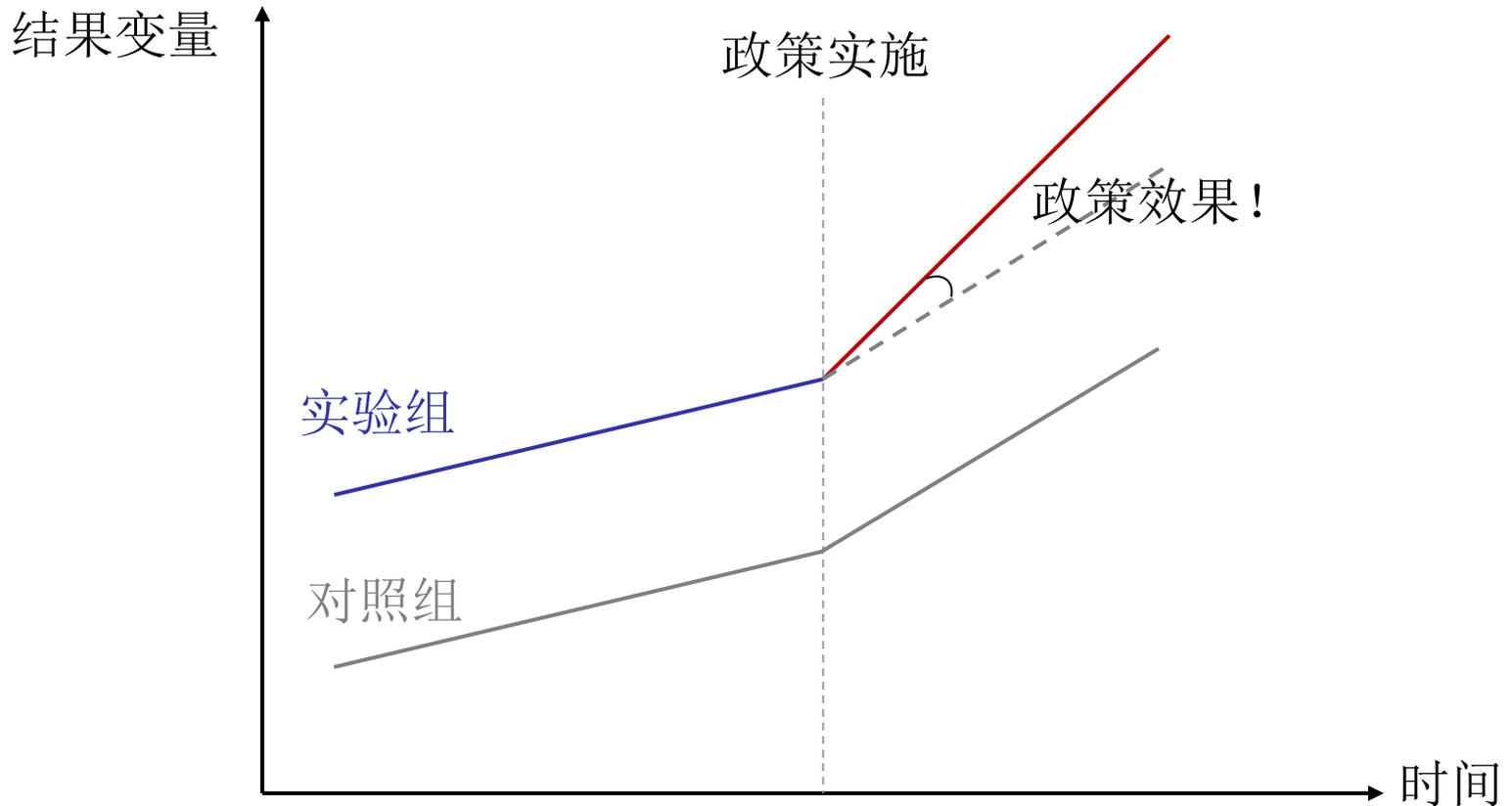
# 双重差分：直观理解

- 我们想评估政策效果、治疗效果



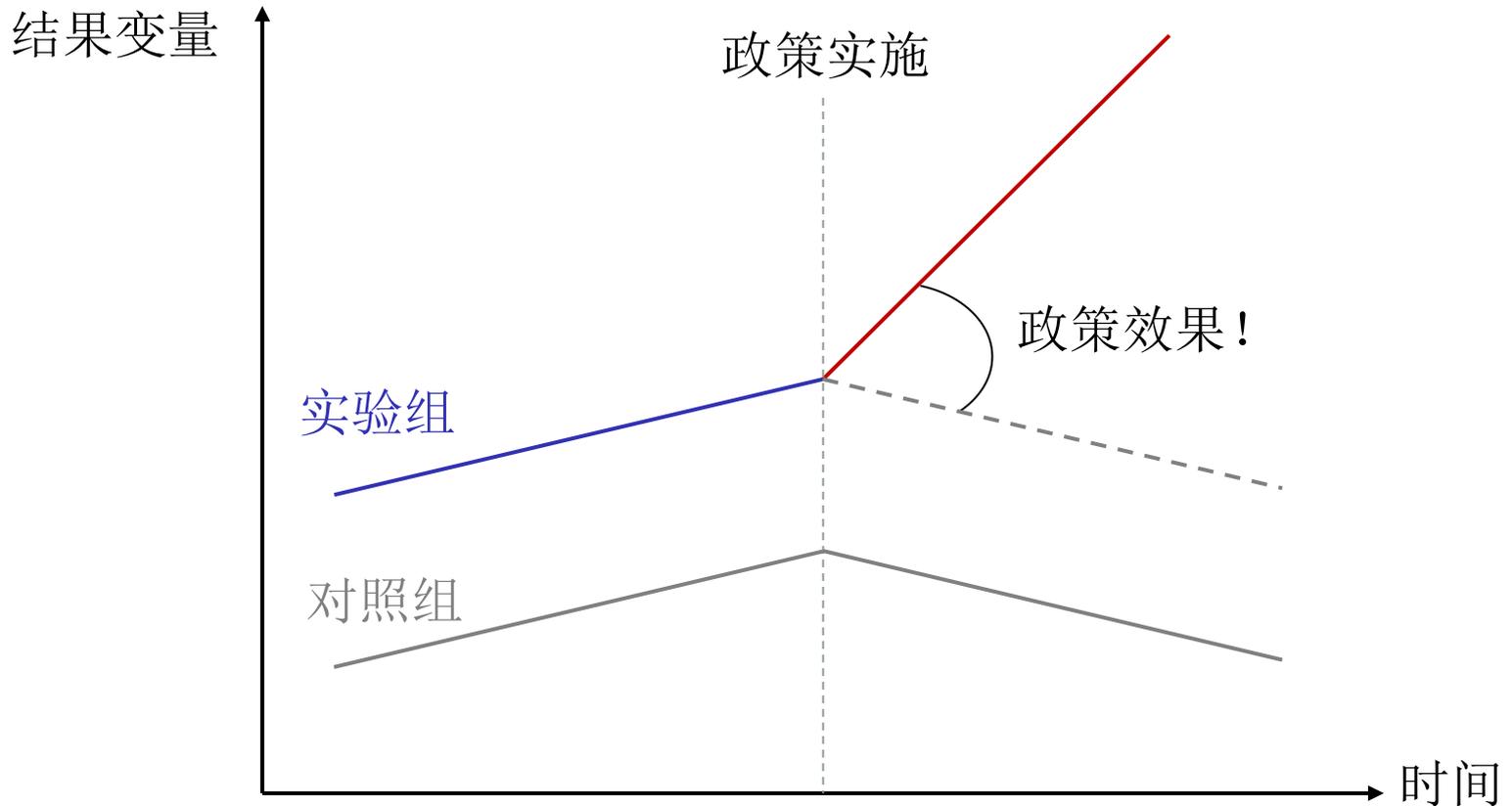
# 双重差分：直观理解

- 我们想评估政策效果、治疗效果



# 双重差分：直观理解

- 我们想评估政策效果、治疗效果

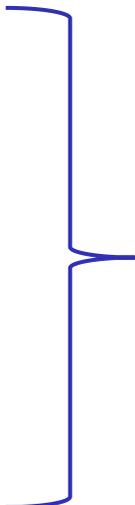


# 双重差分：直观理解

- 什么叫双重差分？
  - 既要考虑时间上的变化、又要考虑实验组和对照组的区别
- 双重差分的直观解释？
  - 对照组可以作为实验组的“反事实情景”下的情况
- 什么时候用双重差分的方法？
  - 除了受政策影响，对照组与实验组无其他差异
  - 如何判断？
    - 1. 政策的实施对象是随机选择的； 2. 实验组和对照组特征相似

# 双重差分：例子

- 只有部分地区有政策
  - 示范区
  - 试点
- 只有部分企业受政策影响
- 只有部分人受政策影响



特点：需要有对照组

# 双重差分：使用方法

- 实验 vs 准实验
- 第一种情况：研究者知道实验组是完全随机的
  - 双重差分法肯定可以用（药物效果评估）
- 第二种情况：研究者不知道实验组是否完全随机的
  - 先检验实验组和对照组之间是否相似，再用双重差分法。
  - 在什么因素上相似：人口、社会经济、医疗、健康
- 第三种情况：研究者知道实验组不是完全随机的
  - 在对照组中选择一个子样本，该子对照组与实验组是相似的，即倾向得分匹配

# 双重差分：使用方法

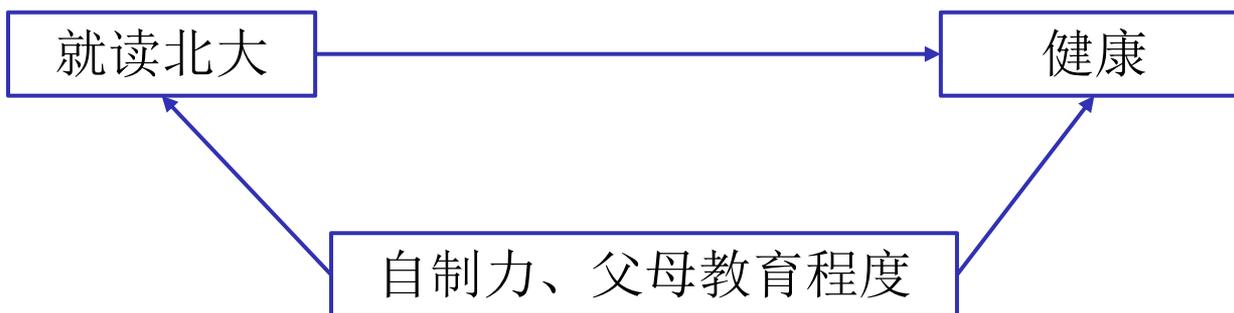
$$Y_i = \beta_1 Treated_i + \beta_2 Post_t + \beta_3 Treated_i \times Post_t + \varepsilon_i$$

- $Treated_i = 1$  实验组,  $Treated_i = 0$  对照组
- $Post_t = 1$  政策实施之后,  $Post_t = 0$  政策实施之前
- $\beta_3$ : 政策效果

# 断点回归

# 断点回归：直观理解

- 就读北大对健康的影响
- 对比北大毕业生和其他大学的毕业生？

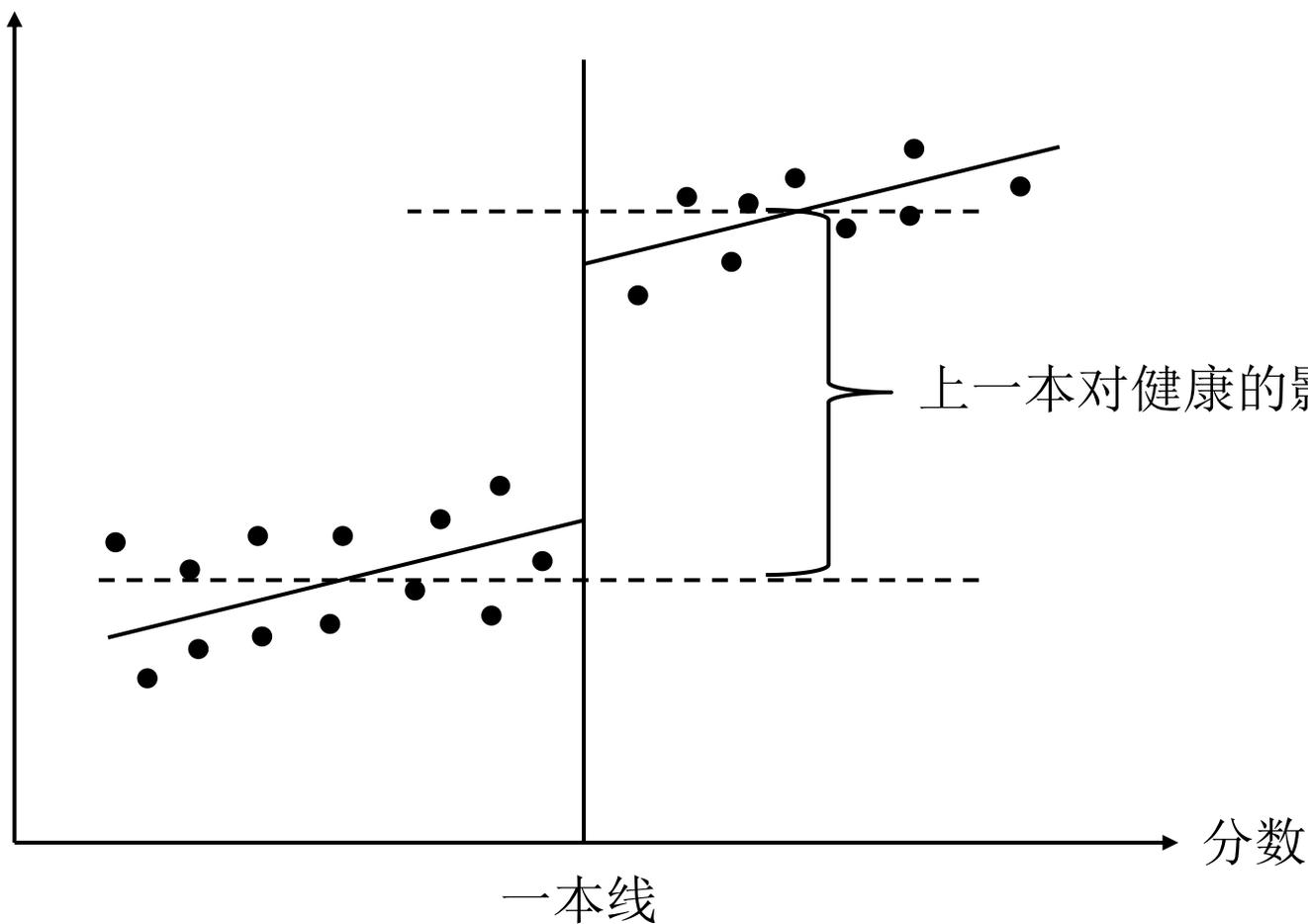


# 断点回归：直观理解

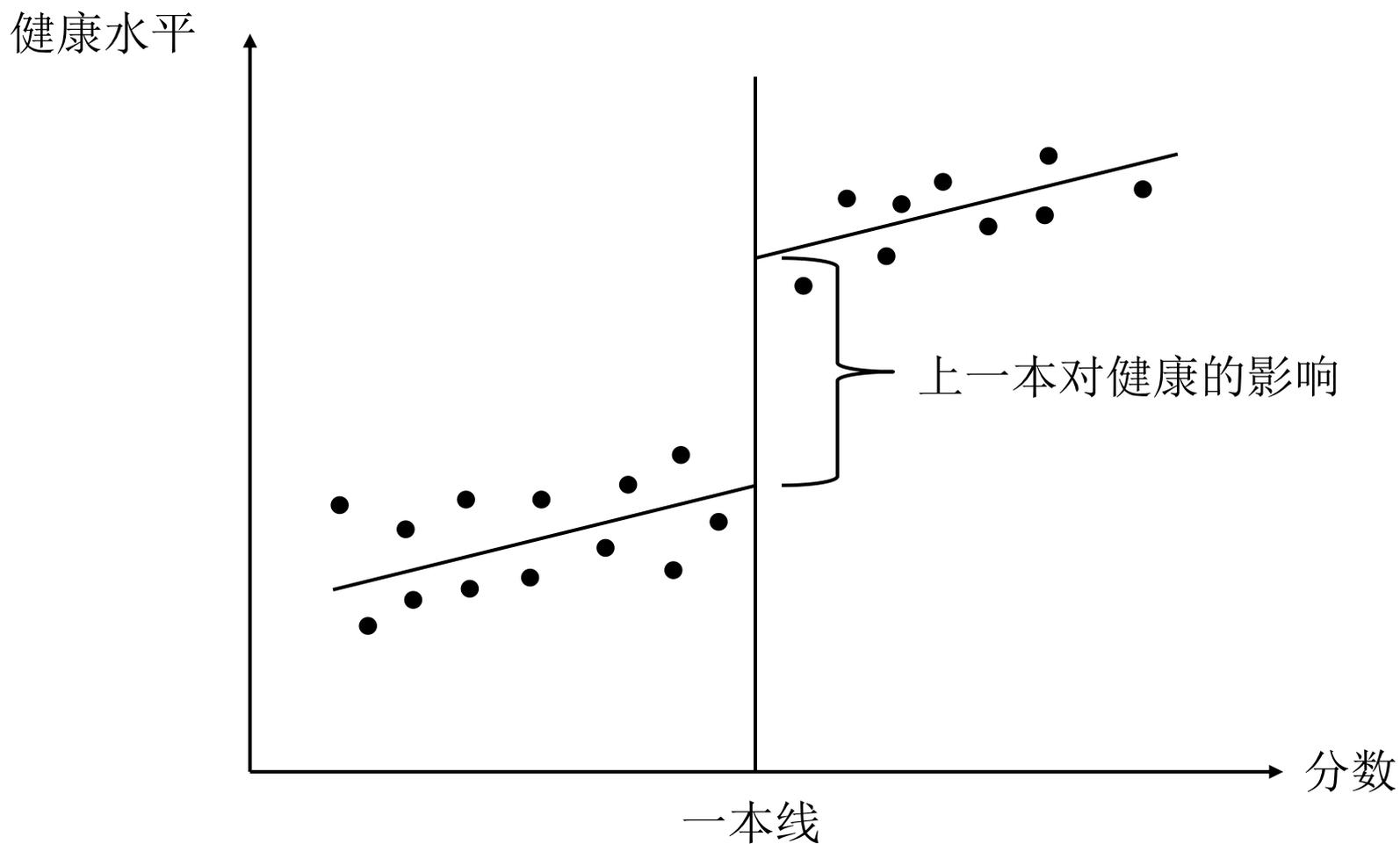
- 就读北大对健康的影响
- ~~对比北大毕业生和其他大学的毕业生？~~
- 合理的方法：对比北大毕业生和高考分数差一点点的学生
- 原理：“高考分数差一点点的学生”是个很好的对照组，因为他们只是差一点运气，其他特征与北大毕业生类似。
- 同样的，“上一本是否提高未来健康水平”等类似问题也可以这样研究

# 断点回归：直观理解

健康水平

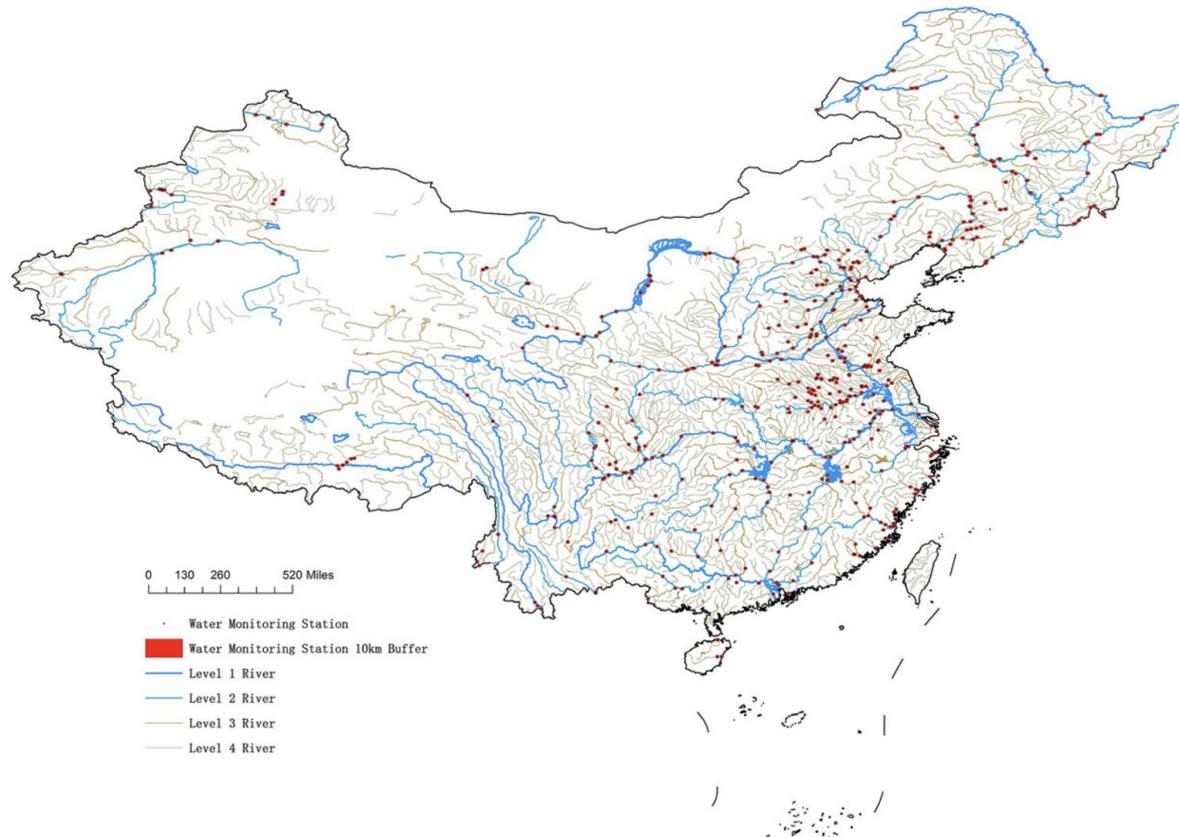


# 断点回归：直观理解



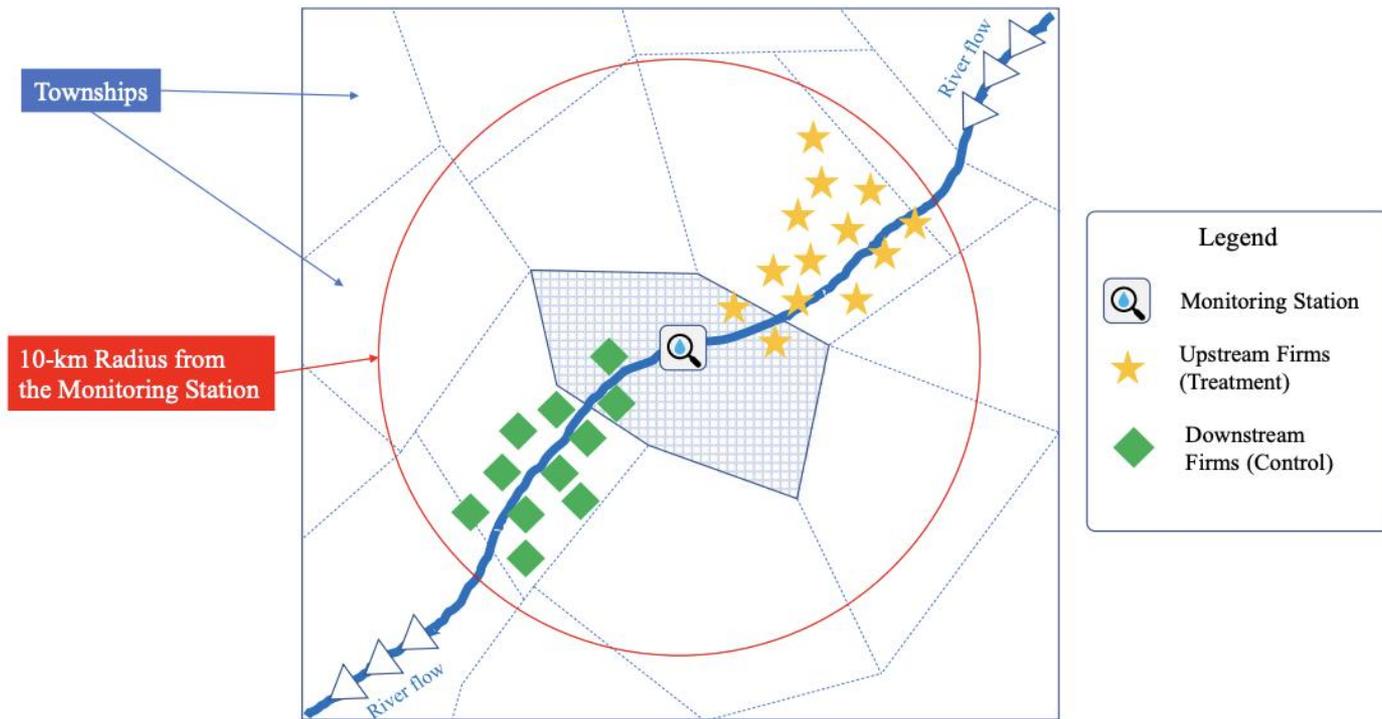
# 断点回归：例子

- 污染治理的影响



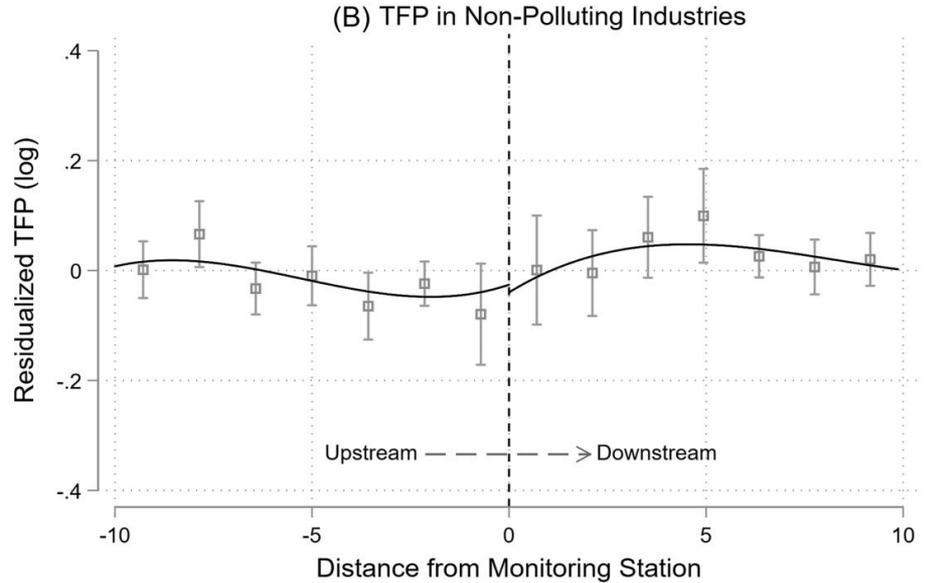
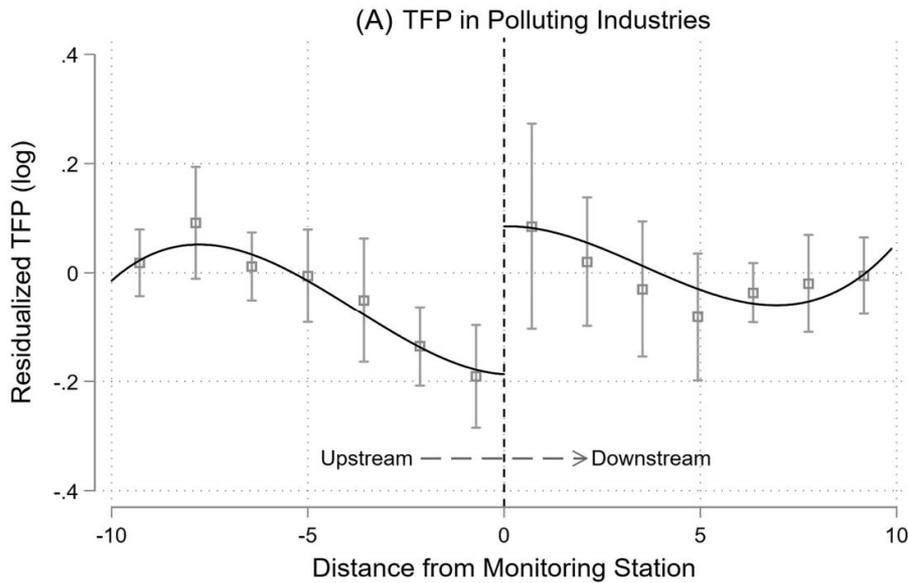
# 断点回归：例子

- 污染治理的影响
- 水质监测站的上下游



# 断点回归：例子

- 污染治理的影响
- 水质监测站的上下游



# 断点回归：使用方法

$$Y_i = \beta D_i + f(R_i - c) + \varepsilon_i$$

- $D_i = 1\{R_i \geq c\}$ : 是否接受处理（由断点决定）
- $f(R_i - c)$ : 控制赋值变量对结果的光滑影响（可用线性、二次、局部线性等）
- 模糊型断点回归
  - 如果处理变量 $D_i$ 并不完全由  $R_i \geq c$  决定，用两阶段回归。

– 第一阶段：

$$D_i = \alpha_1 + \alpha_2 1\{R_i \geq c\} + f(R_i - c) + \varepsilon_i$$

– 第二阶段：

$$Y_i = \beta \widehat{D}_i + f(R_i - c) + \varepsilon_i$$

# 因果推断的其他问题：数据处理

- 数据处理：
  - 异常值的处理
    - 删除异常值
    - 缩尾, e. g., 超过99%分位的值 → 设为99%分位值
    - 对变量做对数变换
  - 取对数
    - 什么情况下取对数？
      - 变量呈现右偏分布：收入、企业产值、医疗费用、污染排放
      - 减弱极端值的影响
    - 取对数后怎么理解系数？
      - $\ln(Y) = \beta X$ ：则  $\beta$  代表：X 变动一个单位，Y 相对变动  $\beta\%$
      - $\ln(Y) = \beta \ln(X)$ ：则  $\beta$  代表：X 增加1%，Y 增加  $\beta\%$

# 因果推断的其他问题：控制变量和对照组

- 控制变量
  - 不宜过多，“坏控制变量”反而带来内生性问题
- 对照组的选择
  - 高速自动收费。谁是对照组？



# 推荐阅读

- 《基本无害的计量经济学》 乔舒亚·安格里斯特 / 约恩·斯特芬·皮施克 Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2008). Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion. Princeton university press.
- 《精通计量》 乔舒亚·安格里斯特 / 约恩·斯特芬·皮施克 Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2014). Mastering' metrics: The path from cause to effect. Princeton University Press.

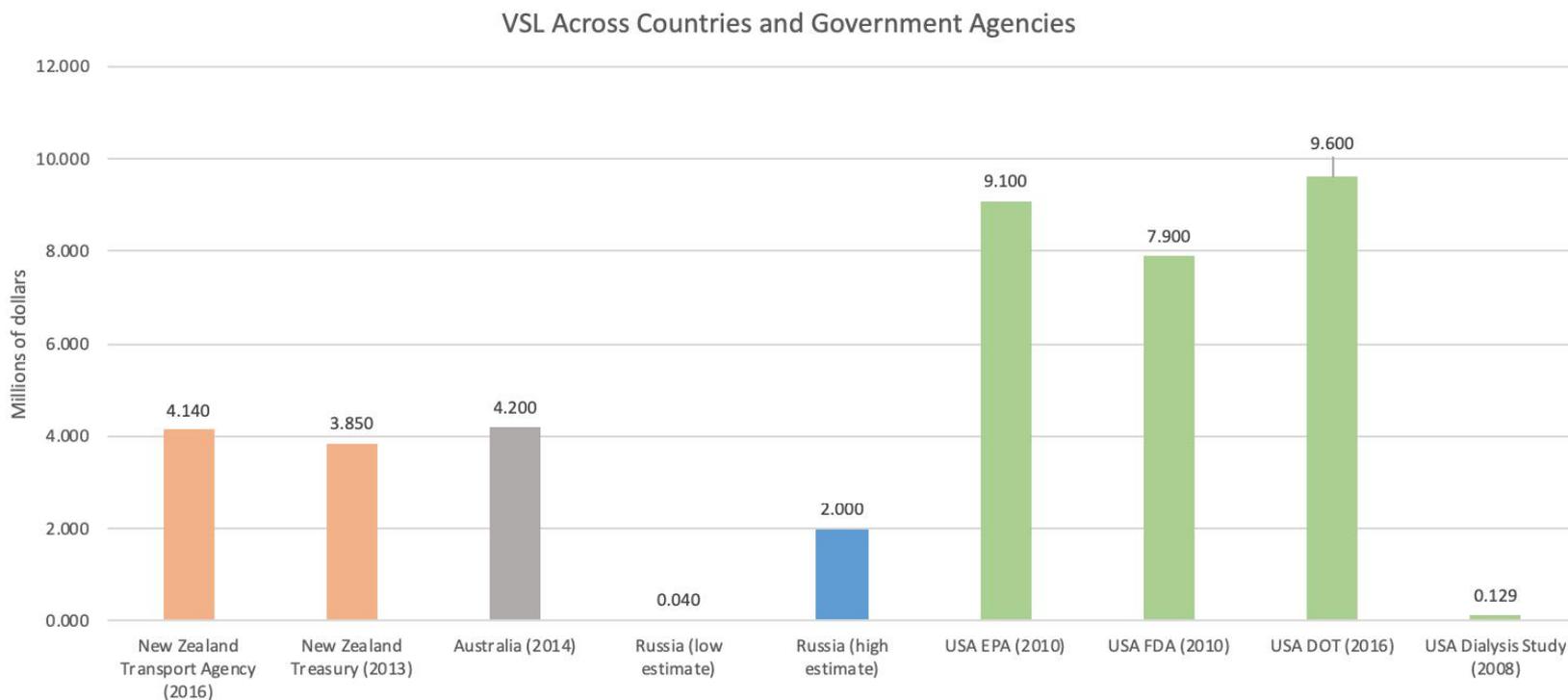
# 价值评估

龙显灵 北京大学  
2025年6月

生命的价值几何？

# 统计生命价值

- 定义：衡量避免一例死亡所带来的效益，或等价地，衡量一例死亡所造成的成本（Value of a Statistical Life, VSL）
  - 该指标考虑了预期剩余寿命以及未来的收入潜力。
- 在经济学中被广泛使用，例如用于将政策影响货币化。



# 统计生命价值

- 中国的统计生命价值估计值：0.73~11.1 百万元

研究 方法	作者	研究 时间	研究地点	风险类型	VSL (百万人民币) <sup>1</sup>
	Wang & Mullahy (2006)	1998	重庆	空气污染	1.85
	Zhang (2002)	1999	北京	空气污染	1.44-1.98
	Hammitt & Zhou (2006)	1999	北京、安庆	空气污染	1.45-3.18
意愿 调查 法	Wang & He (2014)	2000	天津、江苏、贵州	癌症	2.59-4.37
	Guo (2006)	2003	成都	空气污染	0.73
	Hammitt 等 (2019)	2016	成都		3.85
	Hoffmann 等 (2017)	2006	上海、南京、九江		1.78
	Yang, Liu & Xu (2016)	2015	南京	交通事故	7.14
工资 补偿 法	Guo & Hammitt (2009)	1995	11 个省份	职业	2.00-4.90
	Qin 等 (2013)	2005	全国性调查 1%样本	职业	8.36
选择 试验 法	Ohdoko 等 (2013)	2008	九江、长沙	癌症	8.35、11.1
	Huang 等 (2018)	2010	北京	空气污染	6.13
	Liu & Zhao (2013)	2011	大连	交通事故	0.78
	Jin 等 (2020)	2016	北京	空气污染	5.54

<sup>1</sup> 以 2016 年价格衡量，根据 CPI 调整（基年=2016），数据来源：中国统计年鉴（2019）。

# 一个简单的例子

- 2010年，中国因空气污染导致的过早死亡人数估计为120万 (Global Burden of Disease).
- VSL估计值: 0.73~11.1 百万元  $\Rightarrow$  因空气污染造成的健康损失为0.88至13.3万亿人民币。
  - 平均估计值为554万元人民币  $\Rightarrow$  对应的平均健康损失为6.65万亿人民币。
- 如果某项政策可以避免1/3至1/2的过早死亡，那么它带来的健康效益可达2.22至3.32万亿人民币。
- 问题：空气污染对不同年龄人群的影响不同，而VSL也随年龄变化，因此这种简单的加总方法可能存在偏差。

# 概念公式

- VSL（生命价值）可以理解为人在金钱与死亡风险之间的边际替代率，也就是一个人愿意为了降低一点死亡风险而支付多少钱。

- 公式:

$$VSL = \frac{MU_r}{MU_Y}$$

- $MU_r$ : 死亡风险发生微小变化时带来的边际效用变化
- $MU_Y$ : 收入发生微小变化时带来的边际效用变化

# 估计统计生命价值

- 人力资本法：
  - 将个体未来所有工作年限中的预期收入，用贴现率折算成现值，用以估计一条生命的“经济价值”。
- 揭示偏好法：
  - 基于人们在现实生活中的选择推断其对生命风险的价值，例如高风险职业的工资补偿（如矿工）。
- 陈述偏好法：
  - 通过问卷调查等方式，直接询问人们在虚拟情境中愿意支付多少来降低特定的死亡风险。

# 人力资本法

- VSL: 由于个体过早死亡而损失的未收入总额.
- 设  $t$ : 死亡年龄,  $T$ : 预期寿命,  $r$ : 贴现率

$$VSL = \sum_{i=1}^T \frac{P_{t+i} Y_{t+i}}{(1+r)^i}$$

- $P_{t+i}$ : 在  $t+i$  年仍然存活的概率
- $Y_{t+i}$ : 对  $t+i$  年的收入期望值:

$$Y_{t+i} = L_{t+i} E_{t+i} W_{t+i}$$

- $L_{t+i}$ : 在  $t+i$  年具备劳动能力的概率
- $E_{t+i}$ : 具备劳动能力的前提下, 有工作的概率
- $W_{t+i}$ : 就业时的工资水平

# 人力资本法

- 结果受到多种因素影响：死亡年龄、收入水平、能力状态和居住地区
- 高龄死亡是否“打折”？ 一个人的生命价值是否可以仅靠“产出”来衡量？
- 人力资本法的局限：人力资本法将人的价值等同于其对市场经济的物质贡献（即未来劳动收入的现值）。但它忽视了两个方面：
  - 非市场贡献（如育儿、照顾家人、社区参与）
  - 个体对自己生命的主观评价（“我的生命对我自己来说值多少钱？”）
- 虽然人力资本法下的VSL估计值通常被视为生命价值的下限
- 但即便是这个“下限”，在制定公共政策（如环境标准、医疗资源配置、疫苗优先次序）时也具有现实的重要意义。

# 揭示偏好法

# 特征价格法

- 通过市场商品的价格来间接估计某东西的价值，前提是这个东西是市场商品的某种属性（attribute）。
  - 例如：房价中包含空气质量、噪音、绿化等因素的价值。
- 应用：估算与以下方面相关的效益和成本
  - 生命价值
  - 环境质量（水污染、空气污染、噪音）
  - 环境便利性，如景点或邻近休闲地点

# 特征价格法：例子

- 假设某地的一份工作，每年因空气污染导致的死亡风险为万分之一 ( $10^{-4}$ )。而同地另一份更危险的工作，每年的死亡风险是前者的三倍 ( $3 * 10^{-4}$ )。
- 公司可以通过每年多支付1000元的方式，吸引工人去从事更高风险的工作。
- 一些人愿意为了每年多拿1000元，接受死亡风险的差异。
- 那么根据这一选择推算出他们的统计生命价值为：

$$VSL = \frac{1000}{2 \times 10^{-4}} = 5 \text{ 百万}$$

# 特征价格法：步骤

- 使用房价作为例子
- 第1步：收集住宅房产数据：
  - 房屋价格
  - 环境特征（属性）：空气污染、噪音、土壤污染、绿色景观、距离自然休闲地点的远近。
  - 其他特征：
    - 房屋特征：占地面积、房间数量与大小、卫生间数量等
    - 社区特征：财产税、犯罪率、学校质量
    - 便利性：到工作地点和购物中心的距离、公共交通的可达性

# 特征价格法：步骤

- 第1步：收集住宅房产数据：

	Variable	Definition
	P	Price of house
环境特征 ←	NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub> concentration in pphm
房子特征 {	RM	Number of rooms
	AGE	Age of the house
社区特征 {	B	Proportion of black
	LSTAT	Proportion of population that is low status
	CRIM	Crime rate
	TAX	Property tax rate
	PTRATIO	Student-teacher ratio in nearby schools
便利性 {	ZN	Proportion of large lots nearby
	INDUS	Proportion of nonretail business acres nearby
	CHAS	Dummy for adjacent to Charles River
	DIS	Distance to major employment areas
	RAD	Index of accessibility to radial highways

# 特征价格法：步骤

- 第2步：将房价对所有特征进行回归
  - 这将得到一个房价与其各项特征之间关系的函数。
  - 这个函数可以衡量房价中由每项特征所决定的那一部分。

$$P = a_1 + a_2NO_X + a_3RM + a_4AGE + \dots$$

$$P = 9.756 + (-0.00638)NO_X + (0.006328)RM + (0.00009)AGE + \dots$$

# 特征价格法：步骤

- 第3步：估算污染成本或生命价值

- 方法是观察当污染水平（或死亡风险）发生变化时，房屋价格如何变化。

- 估算对一项政策的边际支付意愿（MWTP）

$$MWTP = -\frac{\partial P}{\partial NO_x} = -a_2 = 0.00638$$

- 估算一项政策的年度边际支付意愿（AMWTP）

$$MWTP = AMWTP + \frac{AMWTP}{(1+r)} + \dots + \frac{AMWTP}{(1+r)^T}$$

- 估算一项将 NO<sub>x</sub> 浓度降低 20% 的政策所带来的收益

$$\text{Benefit} = (-0.00638)(0.8 \times NO_x) - (-0.00638)NO_x$$

# 特征价格法：房价

- Step 2: Regress house prices on all characteristics

$$P = a_1 + a_2NO_X + a_3RM + a_4AGE + \dots$$

$$P = 9.756 + (-0.00638)NO_X + (0.006328)RM + (0.00009)AGE + \dots$$

- Step 3: Estimate the benefit of an environmental service (or the cost of pollution)
  - Step 3.1: estimate the marginal willingness to pay (MWTP) for a policy that reduces NOx concentration by 1 pphm

$$MWTP = -\frac{\partial P}{\partial NO_X} = -a_2 = 0.00638$$

# 特征价格法：房价

- Step 2: Regress house prices on all characteristics (cont'd)

$$\ln P = a_1 + a_2 NO_X + a_3 RM + a_4 AGE + \dots$$

$$\ln P = 9.756 + (-0.00638)NO_X + (0.006328)RM + (0.00009)AGE + \dots$$

- Step 3: Estimate the benefit of an environmental service (or the cost of pollution)

- Step 3.1: estimate the marginal willingness to pay (MWTP) for a policy that reduces NOx concentration by 1 pphm

- We can rewrite as:  $P = e^{a_1 + a_2 NO_X + \dots}$

$$MWTP = - \frac{\partial P}{\partial NO_X} = - (e^{a_1 + a_2 NO_X + \dots}) \cdot a_2 = 0.00638 \cdot P$$

- The average MWTP can be calculated by using the average house price.

# 特征价格法：房价

- Step 2: Regress house prices on all characteristics (cont'd)

$$\ln P = a_1 + a_2 NO_X^2 + a_3 RM + a_4 AGE + \dots$$

$$\ln P = 9.756 + (-0.00638)NO_X^2 + (0.006328)RM + (0.00009)AGE + \dots$$

- Step 3: Estimate the benefit of an environmental service (or the cost of pollution)
  - Step 3.1: estimate the marginal willingness to pay (MWTP) for a policy that reduces NOx concentration by 1 pphm
  - We can rewrite as:  $P = e^{a_1 + a_2 NO_X^2 + \dots}$

$$MWTP = -\frac{\partial P}{\partial NO_X} = -\left(e^{a_1 + a_2 NO_X^2 + \dots}\right) \cdot 2a_2 NO_X = 0.01276 \cdot P \cdot NO_X$$

# 特征价格法：房价

- Step 2: Regress house prices on all characteristics (cont'd)

$$\ln P = a_1 + a_2 NO_x^2 + a_3 RM + a_4 AGE + \dots$$

$$\ln P = 9.756 + (-0.00638)NO_x^2 + (0.006328)RM + (0.00009)AGE + \dots$$

- Step 3: Estimate the benefit of an environmental service (or the cost of pollution)
  - Step 3.2: estimate the **annual marginal willingness to pay (AMWTP)** for a policy that reduces NOx concentration by 1 pphm
  - Price of a house represents the discounted present value of a house
  - So MWTP derived from the price function also represented the discounted present value of the reduction in NOx.

$$MWTP = AMWTP + \frac{AMWTP}{(1+r)} + \dots + \frac{AMWTP}{(1+r)^T}$$

# 特征价格法：房价

- Step 2: Regress house prices on all characteristics

$$\ln P = a_1 + a_2 NO_X^2 + a_3 RM + a_4 AGE + \dots$$

$$\ln P = 9.756 + (-0.00638)NO_X^2 + (0.006328)RM + (0.00009)AGE + \dots$$

- Step 3: Estimate the benefit of an environmental service (or the cost of pollution)

- Step 3.3: estimate the benefit of a policy that reduces  $NO_X$  by 20%.

$$\text{Benefit} = e^{a_1 + a_2(0.8 \cdot NO_X)^2 + \dots} - e^{a_1 + a_2 NO_X^2 + \dots}$$

- Plug in the before-policy  $NO_X$  to calculate the benefit

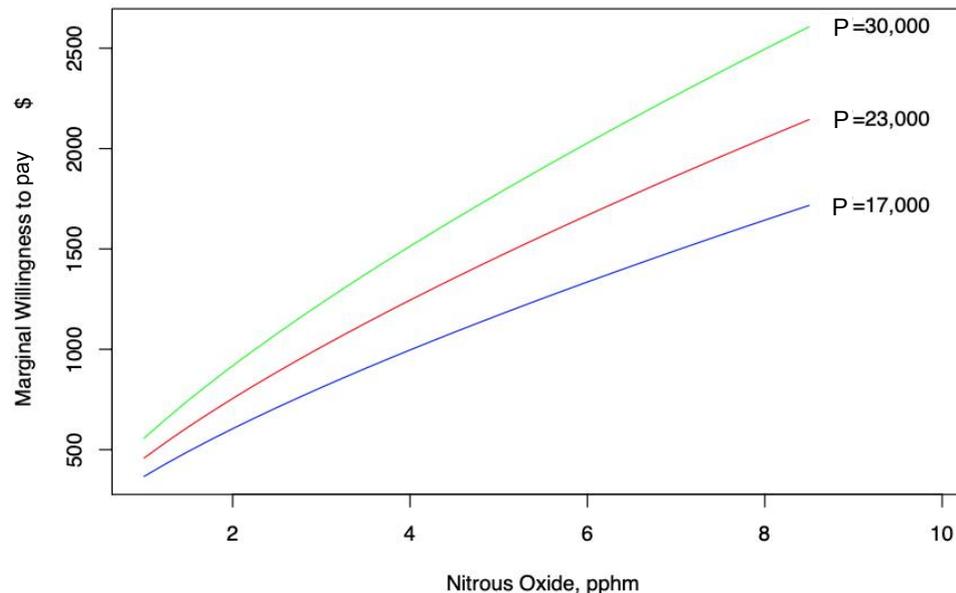
# 特征价格法：房价

- We've found MWTP depends on house price and NO<sub>x</sub> concentration

$$MWTP = -\frac{\partial P}{\partial NO_X} = -\left(e^{a_1+a_2NO_X^2+\dots}\right) \cdot 2a_2NO_X = 0.01276 \cdot P \cdot NO_X$$

- So we can summarize the relationship by running another regression  
⇒ “demand” function
  - Recall that demand curve is the MWTP curve.

$$\ln MWTP = b_1 + b_2 \ln NO_X + b_3 \ln P$$



# 特征价格法：优势

- 基于实际行为
- 相对便宜
- 结果易于解释和说明
- 数据的可得性与可靠性

# 特征价格法：挑战

- 无法评估在各地区间不具差异性的影响。
- 只能捕捉人们对感知到的差异的支付意愿。
  - 因此，如果人们不了解某项属性与自身之间的关联，这种价值就不会反映在房价或工资中。
- 结果高度依赖于模型设定。
- 特征价格法不包含不在所研究市场中的人群的福利，因此结果可能低估真实价值。
- 在使用特征价格法分析估算VSL时，也涉及到道德和政治层面的争议。

# 限速政策→统计生命价值

- 美国联邦政府给予各州选择比全国统一限速更高的限速标准的机会。
- 更高限速的后果包括：1) 节省行车时间；2) 因交通事故导致的死亡人数增加。
- 这两种后果之间的权衡反映了各州政府对生命价值（VSL）的隐含判断。
- 使用该政策来估算VSL的优势：
  - 在以往的研究中，决策者可能对相关风险了解不足；而在本研究中，州政府更有可能掌握充分的信息。
  - 在以往的研究中，政策的收益和成本往往由不同群体承担；而在本研究中，限速规定带来的收益（更短驾驶时间）和成本（更高死亡风险）由同一群体承担。

# 限速政策 → 统计生命价值

- $s$ : speed (mile per hour)
- $w$ : time cost per hour
- Time cost per mile:  $c = w \cdot \frac{1}{s}$
- $f$ : death per mile, which is a function of speed:  $f(s)$ , with  $f' > 0$
- Full cost of driving per mile:  $g(c(s), f(s)) = g\left(\frac{w}{s}, f(s)\right)$

# 限速政策 → 统计生命价值

- Full cost of driving per mile:  $g(c(s), f(s))$
- The effect of an increase in speed on the full cost of driving per mile:

$$\frac{dg}{ds} = g_c c_s + g_f f_s$$

- At low levels of speed, increases in speed probably reduce time costs ( $g_c c_s$ ) by more than the increased accident costs ( $g_f f_s$ ).
- The optimal speed satisfies:

$$\frac{dg}{ds} = 0 \Rightarrow -\frac{c_s}{f_s} = \frac{g_f}{g_c}$$

- That is,  $-\frac{c_s}{f_s}$  is just equal to the marginal rate of substitution (MRS) between time costs and death,  $\frac{g_f}{g_c}$ .
- The MRS between “money” and death, is the VSL.

# 陈述偏好法

# 问卷调查：步骤

- 概览
  - 第1步：确定要评估的问题
  - 第2步：确定要估算谁的价值
  - 第3步：选择调查方式
  - 第4步：设计调查中的信息部分
  - 第5步：设计价值评估问题
  - 第6步：识别并处理误导性回答
  - 第7步：设计辅助问题
  - 第8步：进行预测试并正式实施调查
  - 第9步：报告结果

# 问卷调查：步骤

- Step 1: Identify the change in quantity or quality to be valued.

$$v(P^0, Q^1, y) = v(P^0, Q^0, y - \text{WTP})$$

- $v(\cdot)$ : indirect utility function which is a function of price and income as well as environmental quantity or quality.
- $P$ : price (e.g., price of drinking water), assumed to remain constant
- $y$ : income
- $Q$ : environmental service quantity or quality (e.g., water quality).  $Q^1 < Q^0$
- WTP: willingness to pay for water quality to maintain at  $Q^0$

# 问卷调查：步骤

- Step 1: Identify the change in quantity or quality to be valued.

$$v(P^0, Q^1, y) = v(P^0, Q^0, y - WTP)$$

- “Contingent”: contingent on the hypothetical scenarios presented
  - The surveys usually present at least two possible outcomes.
  - One outcome is generally what would happen if no further action were taken.
  - The other outcomes are generally what might happen if we undertake a program/policy that would protect environment.
  - A survey asks people if they would pay a particular price to achieve one outcome rather than another.

# 问卷调查：步骤

- Step 1: Identify the change in quantity or quality to be valued.
  - If the environmental service quantity or quality ( $Q^0$ ,  $Q^1$ ) is not known with certainty, we need information about uncertainty.
  - The WTP for a policy that reduces the probability of water pollution from  $\pi_0$  to  $\pi_1$ :

$$\begin{aligned} & \pi_0 v(P^0, Q^1, y) + (1 - \pi_0)v(P^0, Q^0, y) \\ = & \pi_1 v(P^0, Q^1, y - WTP) + (1 - \pi_1) v(P^0, Q^0, y - WTP) \end{aligned}$$

- $\pi_0$ : the before-policy probability of bad water quality  $Q^1$
- $(1 - \pi_0)$ : the before-policy probability of good water quality  $Q^0$
- $\pi_1$ : the after-policy probability of bad water quality  $Q^1$
- $(1 - \pi_1)$ : the after-policy probability of good water quality  $Q^0$
- $\pi_1 < \pi_0$

# 问卷调查：步骤

- 第2步：确定要估算谁的价值

研究总体

相关问题的所有人群

抽样范围

抽样范围是用于选取受访者的名单



# 问卷调查：步骤

- 第2步：确定要估算谁的价值

研究总体

相关问题的所有人群

抽样范围

抽样范围是用于选取受访者的名单

样本

如何抽样：

- 1) Simple random sampling 简单随机抽样
- 2) Stratified random sampling 分层抽样: group people according to some measures (e.g., income), and do random sampling within each group
- 3) Nonprobability sampling 非概率抽样: non-random (e.g., convenience sampling)

# 问卷调查：步骤

- 第2步：确定要估算谁的价值

研究总体

相关问题的所有人群

抽样范围

抽样范围是用于选取受访者的名单

样本

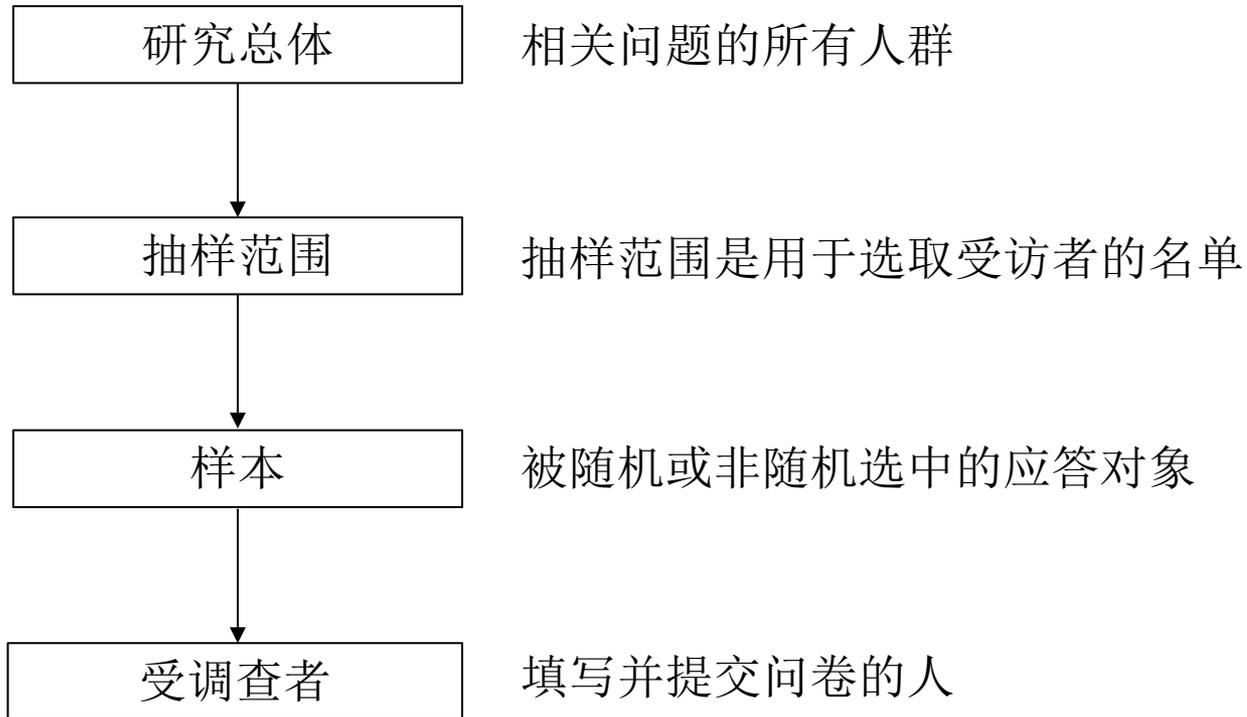
调查多少人：choose an acceptable level of precision within a given budget:

$$se_{\overline{WTP}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

- $se_{\overline{WTP}}$  : standard error of mean WTP 均值标准误 (measures variance of the sample mean from population mean)
- $\sigma$ : standard deviation of WTP 标准误 (measures variance of data points from the mean)
- $n$ : Number of completed surveys

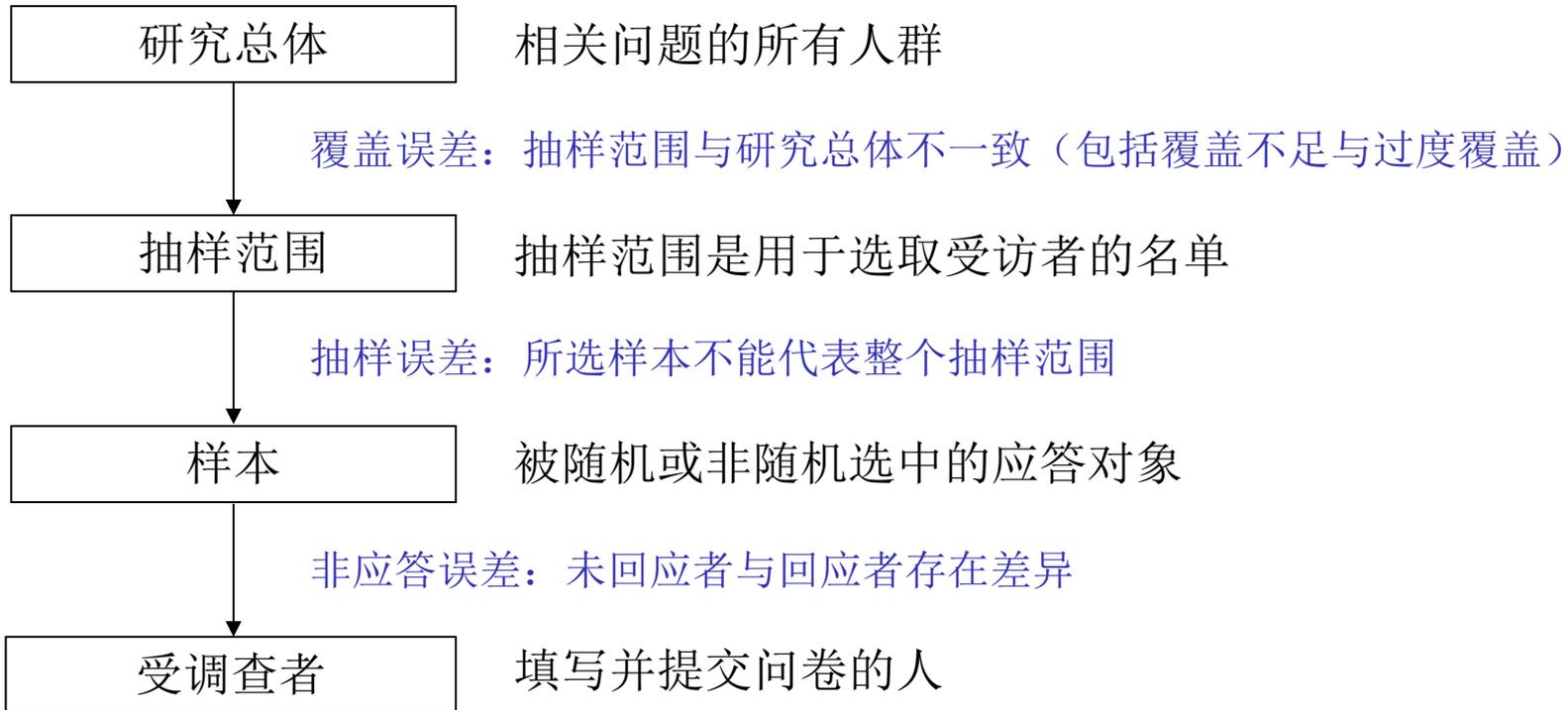
# 问卷调查：步骤

- 第2步：确定要估算谁的价值



# 问卷调查：步骤

- 第2步：确定要估算谁的价值



# 问卷调查：步骤

- 第3步：选择调查方式
  - 自填式调查（Self-administrated survey）
    - 优点：简单、便宜，避免了访员效应。
    - 缺点：非应答误差、无法控制答题顺序、存在选择偏差。
  - 访员执行式调查（Interviewer-administrated survey）
    - 优点：可以控制问题顺序，如调查较复杂，访员可当场解释说明。
    - 缺点：成本高，访员的存在可能影响受访者回答（社会期许偏差）。

# 问卷调查：步骤

- 第4步：设计调查中的信息部分
  - 第4.1步：描述待评估的项目
    - 内容：向受访者说明要评估的是什么，并呈现出将要评估的数量、质量或概率的变化。
    - 目标：在信息提供上做到平衡，既不能太少，也不能太多。
  - 第4.2步：选择一种供给机制
    - 内容：告诉受访者这种变化将如何实现（即该变化将通过什么方式“被提供”）。
    - 目标：确保受访者理解这种供给机制，并且觉得它可信。

# 问卷调查：步骤

- 第4步：设计调查中的信息部分

- 第4.3步：选择一种支付工具

- 内容：向受访者说明他们将通过什么方式支付费用。
    - 目标：在真实感与支付工具偏差之间取得平衡。例如：税收和费用具有现实性，但人们往往不喜欢通过这些方式付款。

Payment vehicle example	Application
Higher prices	Desaigues et al. (2011)
Voluntary donation	Garcia-Llorente et al. (2011)
Annual tax	Lindhjem and Navrud (2011)
Network fee	Menges and Beyer (2014)
Water bill	Ramajo-Hernandez and del Saz-Salazar (2012)

# 问卷调查：步骤

- 第4步：设计调查中的信息部分
  - Step 4.3: Select a payment mechanism (also called “payment vehicle”)
    - What: Tell respondents how payments would be made.
    - Goal: Balance between realism against payment vehicle bias (支付工具偏差) : e.g., taxes and fees are realistic, but people dislike them.
      - Another concern with using taxes or prices as a payment vehicle: people can adjust the quantity purchased which makes the cost endogenous (内生) .
    - Goal 2: The choice of a payment vehicle must align with the value to be estimated, e.g., an increase in water prices may not be used to estimate non-use values.

# 问卷调查：步骤

- 第4步：设计调查中的信息部分
  - 第4.4步：选择支付的时间
    - 内容：告诉受访者他们将支付的次数和频率。
    - 目标：使受访者无需自己进行贴现计算。
  - 第4.5步：选择决策规则
    - 内容：告诉受访者在什么条件下该变化将被实施，例如：“如果至少一半的人回答‘是’”。
    - 目标：在以下两者之间取得平衡：
      - 1) 使决策规则看起来可信，以便受访者愿意表达真实意愿；
      - 2) 防止战略性偏误（即受访者为影响结果而非真实表达自己）

# 问卷调查：步骤

- 第4步：设计调查中的信息部分
  - 第4.6步：提示替代品和预算限制
    - 内容：提示受访者有关替代品（有时还有互补品）和预算限制
    - 目标：让受访者在考虑支付意愿时考虑合理的替代方案，因为对某个受访者来说是替代品的东西，对另一个可能不是。

# 问卷调查：步骤

- 第5步：设计价值评估问题
  - 选择回答格式
    - 内容：回答格式是指受访者将以何种方式作答。
    - 开放式（Open-ended）：要求受访者直接给出他们的金额。

# 问卷调查：步骤

- 第5步：设计价值评估问题

- 选择回答格式

- 内容：回答格式是指受访者将以何种方式作答。
- 开放式：要求受访者直接给出他们的金额。
- 卡片法：要求受访者从一系列可能的金额中选择一个数值。

If the passage of the proposal would cost you these amounts **every year** for the foreseeable future, what is the highest amount you would pay and still vote for the program? (CIRCLE THE HIGHEST AMOUNT THAT YOU WOULD STILL VOTE FOR THE PROGRAM)

10¢	50¢	\$1	\$5	\$10	\$20
\$30	\$40	\$50	\$75	\$100	\$150
\$200	MORE THAN \$200				

# 问卷调查：步骤

- 第5步：设计价值评估问题

- 选择回答格式

- 内容：回答格式是指受访者将以何种方式作答。
- 开放式：要求受访者直接给出他们的金额。
- 卡片法：要求受访者从一系列可能的金额中选择一个数值。
- 二元选择法：要求受访者对一个特定的金额回答“是”或“否”。

Would you vote for this proposal if the proposal would cost you \$B every year for the foreseeable future? (CIRCLE ONE NUMBER)

1 Yes

2 No

# 问卷调查：步骤

- 第5步：设计价值评估问题
  - 选择回答格式
    - 内容：回答格式是指受访者将以何种方式作答。
    - 开放式：要求受访者直接给出他们的金额。
    - 卡片法：要求受访者从一系列可能的金额中选择一个数值。
    - 二元选择法：要求受访者对一个特定的金额回答“是”或“否”。
      - 二元选择法通常采用迭代方式进行。
      - 有些研究使用随机起始金额，以避免锚定效应（即最终给出的金额与起始金额显著相关）。

# 问卷调查：步骤

- 第5步：设计价值评估问题
  - 选择回答格式
    - 对比

评价维度	开放式	卡片法	二元选择 (不迭代)	二元选择 (迭代)
需要设计	否	是	是	是
统计效率	连续	范围	$\geq$ or $<$	范围
锚定效应	否	是	不涉及	是（但可通过 随机初始选项 来避免）

允许外卖员进入校内可以节约大家取外卖的时间、也在一定程度上可以避免取错外卖和外卖被偷的问题。但这也可能造成校内道路拥挤、交通事故、外来人员管理困难等问题。假设现在学校正在考虑允许外卖员进入校内，并将采取措施保证校内安全，你对此举措的支付意愿是每个月多少钱（可正可负，若为负，即表示你不支持该举措）：

允许外卖员进入校内可以节约大家取外卖的时间、也在一定程度上可以避免取错外卖和外卖被偷的问题。但这也可能造成校内道路拥挤、交通事故、外来人员管理困难等问题。假设现在学校正在考虑允许外卖员进入校内，并将采取措施保证校内安全，请考虑你对此举措的支付意愿是每个月多少钱（可正可负，若为负，即表示你不支持该举措），你的支付意愿是否大于等于0？

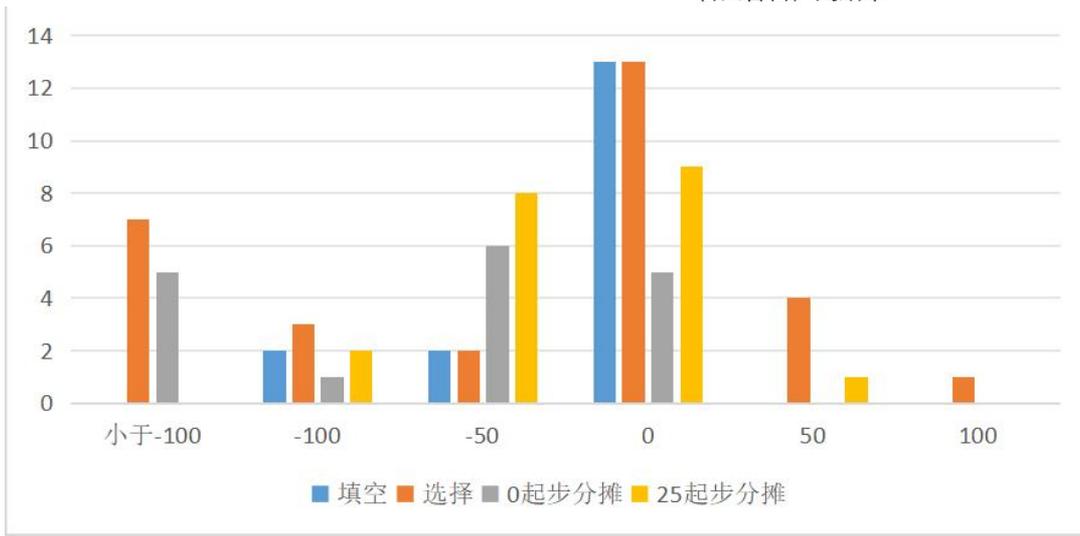
- 若回答是，则跳到“是否大于等于50”；
  - 若回答是，则跳到“是否大于等于100”（然后无论是否，都结束）
  - 若回答否，则结束
- 若回答否，则跳到“是否大于等于-50（即在-50和0之间）”
  - 若回答是，则结束
  - 若回答否，则跳到“是否小于-100”（然后无论是否，都结束）

允许外卖员进入校内可以节约大家取外卖的时间、也在一定程度上可以避免取错外卖和外卖被偷的问题。但这也可能造成校内道路拥挤、交通事故、外来人员管理困难等问题。假设现在学校正在考虑允许外卖员进入校内，并将采取措施保证校内安全，你对此举措的支付意愿是每个月多少钱（可正可负，若为负，即表示你不支持该举措），请从以下选项中选择你最高的支付意愿（例：若你选择50，则表示你的支付意愿大于等于50且小于100）：

- 100
- 50
- 0
- 50
- 100

允许外卖员进入校内可以节约大家取外卖的时间、也在一定程度上可以避免取错外卖和外卖被偷的问题。但这也可能造成校内道路拥挤和外来人员管理困难等问题。假设现在学校正在考虑允许外卖员进入校内，并将采取措施保证校内安全，请考虑你对此举措的支付意愿是每个月多少钱（可正可负，若为负，即表示你不支持该举措），你的支付意愿是否大于等于25？

- 若回答是，则跳到“是否大于等于50”；
  - 若回答是，则跳到“是否大于等于100”（然后无论是否，都结束）
  - 若回答否，则结束
- 若回答否，则跳到“是否大于等于0”
  - 若回答是，则结束
  - 若回答否，则跳到“是否小于-50”
    - 若回答是，则跳到“是否小于-100”（然后无论是否，都结束）
    - 若回答否，则结束



# 问卷调查：步骤

- 第6步：识别并处理误导性回答
  - 反对偏误（Protest bias）：受访者对调查中的某些部分表示反对（例如反对支付机制），因此可能回答“0元”，即使他们实际上对该项目是有正向价值的。
    - 后果：会导致平均价值估计值偏低。
    - 解决方案：
      - 选择一个合理的支付机制
      - 询问受访者作答理由，以判断其“0元”回答是否为反对性回答。

先天性心脏病在我国新生儿中的发病率约为 7-11%，每年有 11-18 万名先天性心脏病患儿出生。尽管治疗先天性心脏病已经具备非常成熟的技术，但对于一些经济相对落后的地区，整个家庭一年的收入根本无力承担高额的治疗费用，很多患儿病情被延误，甚至造成令人痛惜的后果。

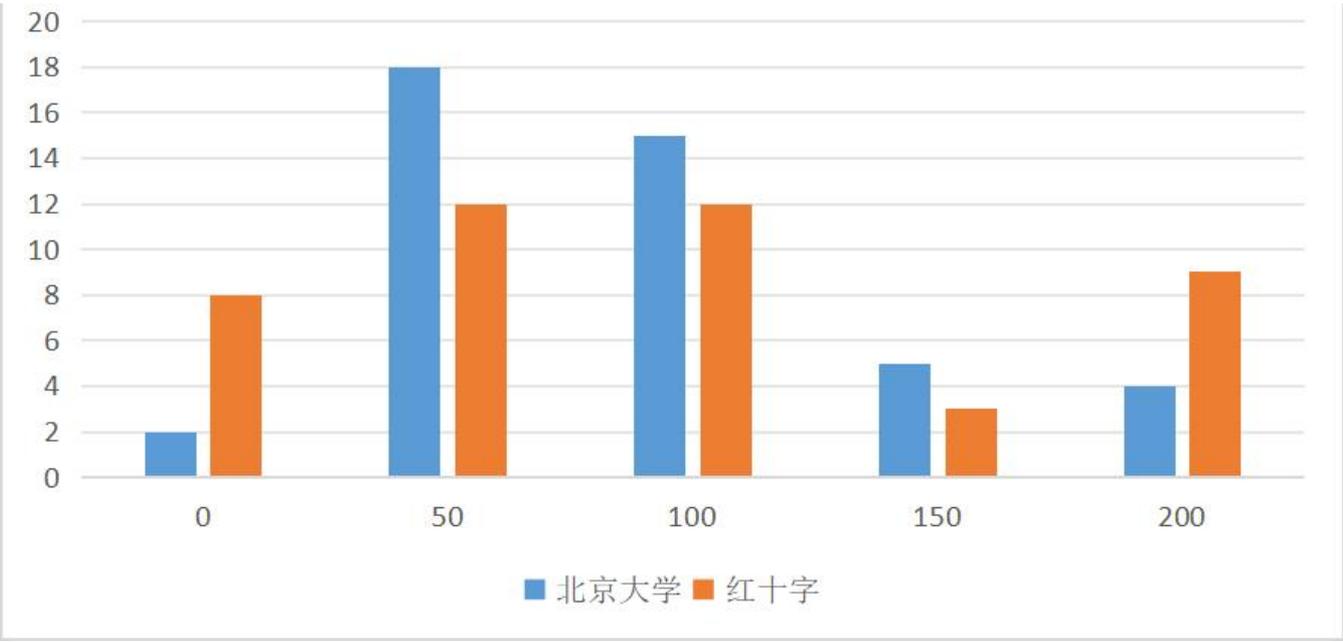
先天性心脏病在我国新生儿中的发病率约为 7-11%，每年有 11-18 万名先天性心脏病患儿出生。尽管治疗先天性心脏病已经具备非常成熟的技术，但对于一些经济相对落后的地区，整个家庭一年的收入根本无力承担高额的治疗费用，很多患儿病情被延误，甚至造成令人痛惜的后果。

红十字会计划帮助先天性心脏病患儿接受手术治疗，对此你愿意每年捐赠多少钱给红十字会相关项目，请从以下选项中选择你最高的支付意愿（例：若你选择 50，则表示你的支付意愿大于等于 50 且小于 100）：

北京大学计划帮助先天性心脏病患儿接受手术治疗，对此你愿意每年捐赠多少钱给北大医学部相关项目，请从以下选项中选择你最高的支付意愿（例：若你选择 50，则表示你的支付意愿大于等于 50 且小于 100）：

- 0
- 50
- 100
- 150
- 200

- 0
- 50
- 100
- 150
- 200



# 问卷调查：步骤

- 第6步：识别并处理误导性回答
  - 信息偏误（Information bias）：受访者并不真正理解他们被问的问题，却仍然回答了估值问题。
    - 后果：这种“盲答”会引入噪音，导致均值估计的标准误变大，并可能偏移均值估计结果。
    - 解决方案：
      - 使用可视化辅助材料，有助于降低受访者对所评估物品或服务的不确定性与陌生感。
      - 在问卷中加入理解测试问题，检查受访者是否理解调查内容；如果答错，可以剔除该样本。

还记得 2023 年的春天吗？频繁的沙尘天突袭我国北方地区，北京、西安、兰州等地黄沙漫天，甚至上海和杭州等区域也出现了浮尘天气。根据《联合国防治荒漠化公约》对荒漠化的定义，它是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化。

“一亿棵梭梭”项目由北京市企业家环保基金会（SEE 基金会）于 2014 年发起，计划用十年的时间在阿拉善关键生态区种植一亿棵以梭梭为代表的沙生植物，恢复 200 万亩荒漠植被，并借助梭梭的衍生经济价值提升当地农牧民的生活水平。

请问，你愿意为该项目每年捐赠几棵梭梭树（每棵成本 10 元）。请从以下选项中选择：

- 0 棵
- 1-5 棵
- 5-10 棵
- 10-20 棵
- 20-50 棵
- >50 棵

还记得 2023 年的春天吗？频繁的沙尘天突袭我国北方地区，北京、西安、兰州等地黄沙漫天，甚至上海和杭州等区域也出现了浮尘天气。根据《联合国防治荒漠化公约》对荒漠化的定义，它是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化。

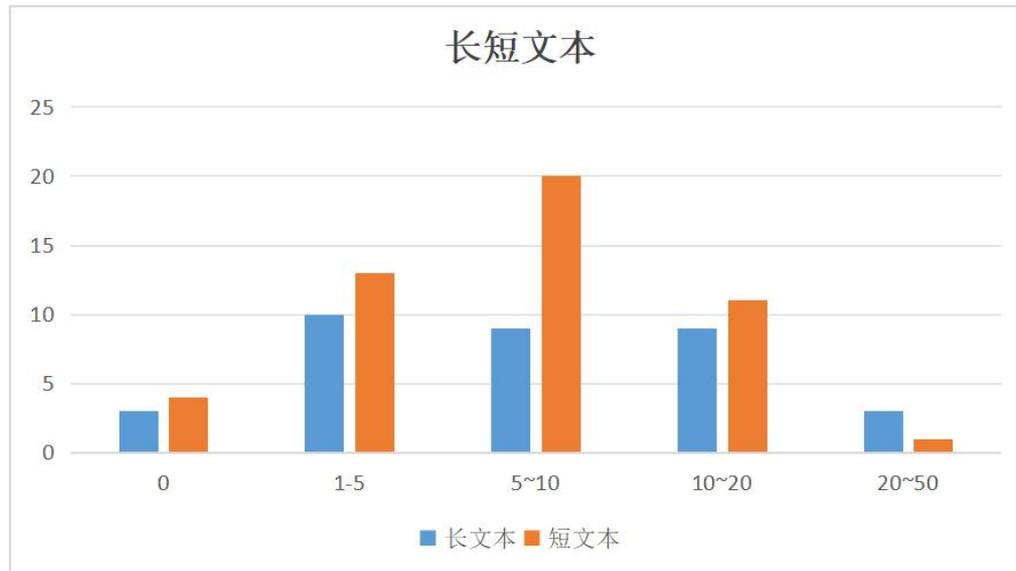
全球荒漠化面积已达 3600 万平方公里，占整个地球陆地面积的四分之一。而在我国，据第六次全国荒漠化和沙化调查结果显示，截至 2019 年，全国荒漠化土地面积 257.37 万平方公里，占国土面积的 26.81%；沙化土地面积 168.78 万平方公里，占国土面积的 17.58%；具有明显沙化趋势的土地面积 27.92 万平方公里，占国土面积的 2.91%。

除了沙尘暴等我们所熟悉的荒漠化问题外，荒漠化还会污染环境、影响人体健康，造成房屋倒塌、交通中断、人畜伤亡等，造成的危害绝不亚于台风和龙卷风。它更是被称为“地球的癌症”。荒漠化对于生态环境的影响不容小觑。不断扩张的荒漠化会导致生物多样性锐减，许多动、植物消失，或分布面积、种群数量锐减。

“一亿棵梭梭”项目由北京市企业家环保基金会（SEE 基金会）于 2014 年发起，计划用十年的时间在阿拉善关键生态区种植一亿棵以梭梭为代表的沙生植物，恢复 200 万亩荒漠植被，并借助梭梭的衍生经济价值提升当地农牧民的生活水平。

请问，你愿意为该项目每年捐赠几棵梭梭树（每棵成本 10 元）。请从以下选项中选择：

- 0 棵
- 1-5 棵
- 5-10 棵
- 10-20 棵
- 20-50 棵
- >50 棵



# 问卷调查：步骤

- 第6步：识别并处理误导性回答
  - 策略偏误 (Strategic bias)：受访者为了影响调查结果而有意识地调整自己的回答。
    - 后果：可能导致支付意愿估计的均值向上或向下偏离真实值。
    - 解决方案：
      - 在问卷中加入问题，探查受访者作答的动机（是出于自身利益还是社会公益）。
      - 对过高的数值进行处理，例如当支付意愿超过其收入的某一比例（如10%）时，将其剔除或修正。

# 问卷调查：步骤

- 第6步：识别并处理误导性回答
  - 假设性偏误 (Hypothetical bias)：温情效应 (Warm glow effect)：受访者的回答并非真正基于他们对环境产品的偏好，而是出于“支持环保”所带来的情感满足感。
    - 后果：会导致支付意愿的均值估计偏高。
    - 解决方案：
      - 允许匿名并保证完全保密，减少受访者社会性表达的动机。
      - 对极端值进行缩尾处理，如当支付意愿超过其收入的某一比例时进行修正或删除。
      - 询问受访者对自己选择的确定程度。
      - 告诉受访者调查具有实际后果（可能会增加策略性偏误）。
      - 让支付真实发生 (Dechezleprêtre 等, 2023)，用实际交易来代替假设性问题。

# 问卷调查：步骤

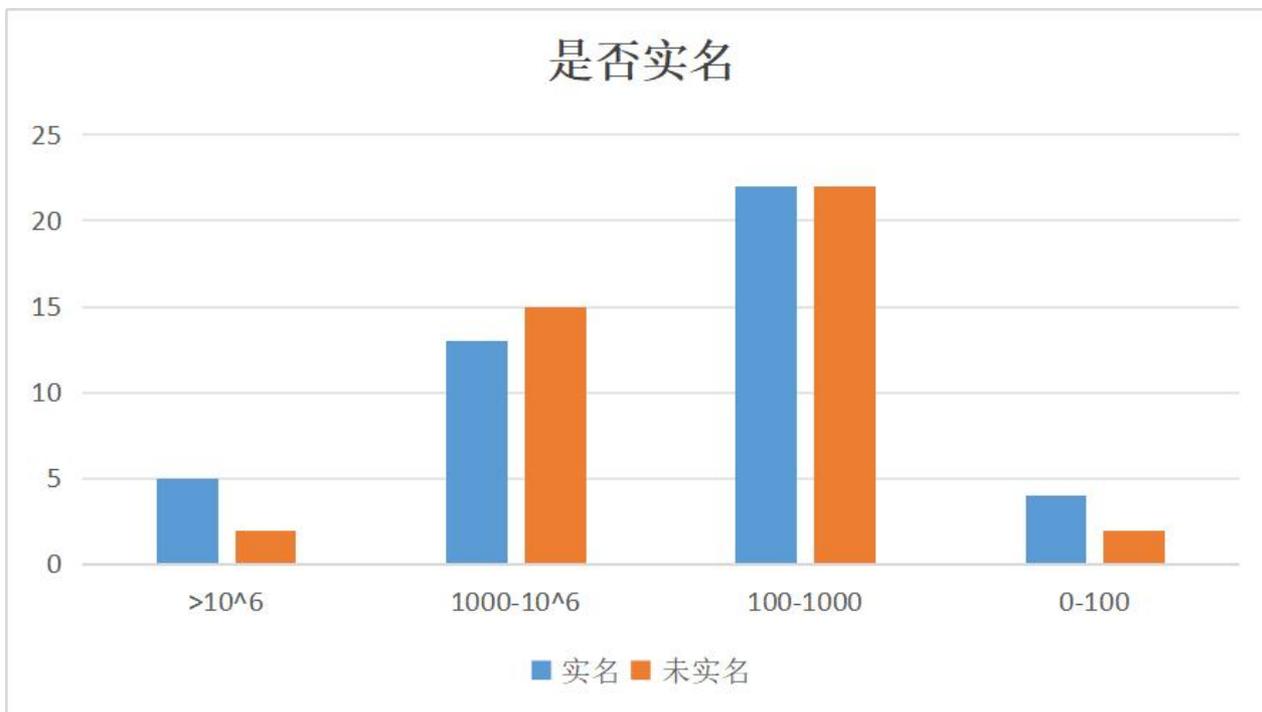
- 第6步：识别并处理误导性回答
  - 假设性偏误 (Hypothetical bias)：社会期许偏误 (Social desirability bias)
    - 受访者为了取悦他人（如访员），而非真实表达自己的偏好，从而调整回答。
    - 后果：会导致支付意愿的均值估计偏高。
      - 示例：访员偏误 (Interview bias)。Landry 等 (2006) 发现，在上门调查中，访员外貌吸引力越高，受访者捐款意愿越强，即外部社会因素显著影响回答。
  - 解决方案：与温情效应相同

学号

姓名

假设现在是开学第一周，你已经选上了《环境经济学》课程。现在选课人数已满，没选上的同学愿意出钱和你交易。假设交易可以顺利进行（你退课后他可以顺利选上）且你本学期及之后都选不上此课，也不能旁听，他出价多少你才愿意卖给他这门课的名额。

假设现在是开学第一周，你已经选上了《环境经济学》课程。现在选课人数已满，没选上的同学愿意出钱和你交易。假设交易可以顺利进行（你退课后他可以顺利选上）且你本学期及之后都选不上此课，也不能旁听，他出价多少你才愿意卖给他这门课的名额。



# 问卷调查：步骤

- Step 6: Identify and address misleading responses (cont'd)

**Table 1.** Cues for Detecting Social Desirability Tendencies.

Behavior	Example
Denial of any problem, challenge, or shortcomings	A major government initiative in Ethiopia is for all women to give birth at a health facility. When asked about usual place of delivery, women in a focus group discussion insisted that there was complete adherence to the facility birth initiative, with comments like: “No women ever give birth at home. We are perfect in this kebele.”
Providing partial or vague answers (paltering)	Religious leaders are prominent opinion leaders in many communities and are sometimes called upon to reinforce health messages. When probed about his role in promoting health, one religious leader responded: “We have a role. It is important.”
Excessive and repeated praise for government initiatives	The Ethiopian Ministry of Health has introduced a series of major primary health care reforms since 2004. When asked about maternal health challenges in their community, participants in a focus group discussion answered as follows: “The government has helped us all. After the government plan the health extension workers were with us, and mothers did not encounter problems. Thanks to our government.”
Nervous facial expression and body language	Data collectors asked participants about what actions would be needed to be taken by various stakeholders to further improve health in their communities. Focus group discussion participants looked to others for affirmation of their opinions or appeared nervous, especially if prompted to comment on the roles of stakeholders with political connections.
Inconsistent use of vocabulary	Data collectors noted that some participants used advanced vocabulary (in the local language) when discussing certain topics, which was inconsistent with their education level and other use of language. One participant used advanced terms to refer to phases of antenatal care in a manner that the data collector suspected resulted from a preinterview briefing by the health extension worker (HEW) (i.e., where the participant was advised how to respond to certain questions).

# 问卷调查：步骤

- Step 6: Identify and address misleading responses (cont'd)

**Table 2.** Techniques for Asking Questions in a Manner That Limits Social Desirability Responses, With Examples.

Technique	Original Approach	Improved Approach
Indirect questioning	Posing questions directly Example: What harmful traditional practices are done in your community?	Posing indirect questions about the past, or the behaviors of others Example: What harmful practices do you know about that existed in the past? Do you think these practices might exist today in a hidden or open manner?
Providing assurances	Asking questions and waiting for participants to respond Briefly explaining the confidentiality and anonymity procedures at the beginning of the in-depth interview or focus group discussion	Responding to hesitant participants by assuring them that their opinions are not wrong, and asking them to please speak freely Thoroughly explaining the confidentiality and anonymity procedures at the beginning of the in-depth interview or focus group discussion, and then offering reminders throughout the encounter, especially preceding sensitive questions
Probing for more information	Accepting generic or incomplete responses	Asking follow-up questions, or prompts Example: Can you explain more about why you feel this way?
Requesting stories or examples	Accepting generic or incomplete responses	Requesting that participants provide a story or example to illustrate their response Example: Can you tell me about a time that you experienced this?
Prefacing the question	Posing questions directly and with little context Example: Why do women attend (or not attend) antenatal care visits?	Providing context when asking questions, acknowledging that all communities have challenges and that people have diverse experiences Example: We know that some women attend antenatal care visits and others do not. What do you think are the reasons why women do (and do not) attend?

# 问卷调查：步骤

- 第7步：设计辅助性问题
  - 人口统计问题：如收入、性别及其他人口特征
  - 其他可能影响受访者估值的因素
    - 例如：在一项评估水库污染导致的价值损失的研究中，需要收集受访者与污染源的空间距离数据
  - （可选）受访者对环境及其他议题的态度
    - 用于分析个体特征如何影响其选择和支付意愿

# 问卷调查：步骤

- 第8步：预测试并实施调查
  - 预测试的形式：
    - 焦点小组：
      - 焦点小组是由主持人引导的一小组人进行的讨论，内容包括调查主题、问卷草稿及其他调查材料。
    - 一对一访谈：
      - 受访者完成问卷后，访员会进一步询问其作答动机、对问题的理解方式，或在作答时所依据的假设。
    - 实地试点：
      - 在实际环境中小范围测试调查流程与问卷表现。

# 问卷调查：步骤

- Step 8: Pretest and implement the survey
  - Steps of a pretest
    - Focus groups to learn about potential respondent's knowledge and beliefs about the item being valued.
    - One-on-one interviews to learn what people think about the valuation scenario in the absence of group effects and to learn more deeply about how potential respondents are reacting to the survey information.
    - Field pilots to develop information on the survey response rate and potential range of WTP, which helps decide on number of samples and the design of payment card and dichotomous choice.

# 问卷调查：步骤

- 第9步：报告结果
  - 是否使用平均支付意愿还是中位数支付意愿？
    - 平均支付意愿适用于成本效益分析
    - 中位数支付意愿可用于分配性分析
  - 是否使用加权，以使样本特征与受影响人群的特征一致？
    - 是的，或者可以使用统计方法估计支付意愿与个体特征之间的关系，然后根据总体特征推算出整体支付意愿。
  - 如何处理拒绝完成调查的人？
    - 这取决于他们未完成调查的原因。

# 问卷调查：优势

- 极其灵活：几乎可以用于估算任何事物的价值。
  - 不过，它最适用于估算用户容易理解的服务的价值。
- 结果易于传播和解释。
- 被广泛应用，且有大量研究正在推进该方法的改进。

# 问卷调查：挑战

- 误导性回答：
  - 反对偏误
  - 信息偏误
  - 策略偏误
  - 假设性偏误
    - 温情效应
    - 社会期许偏误
- 其他问题：
  - 锚定效应
  - 支付意愿与接受补偿意愿之间的差异
  - 出价顺序对结果的影响
  - 非使用价值的估算难以通过外部数据验证
- 实施过程耗时且昂贵

# 问卷调查：挑战

- Discrepancy between WTP and WTA
  - WTP: willingness to pay for an improvement
  - WTA: willingness to accept for a deterioration
  - Studies found that WTA is usually higher than WTP
  - Why:
    - Psychological endowment effect 心理禀赋效应
      - Whether there are substitutes
      - Market good which has substitutes has a smaller ratio of WTA/WTP than public and nonmarket goods does.
    - WTP are subject to income constraints
      - Should income play a role in nonmarket valuation?
      - Yes: protecting the environment will require reductions in expenditures for other goods
      - No: people can protect environment through time and labor.
  - Which one to use, WTP or WTA?
    - Depends on the current situation.

# 每年生命价值

# 对“一刀切”的批评

- 尽管在政策评估中经常采用统一的VSL，但这种做法存在以下问题
  - 风险减少的异质性
  - 个体支付意愿（WTP）的差异

Cases	(1) Number of people in each group	(2) Individual WTP per 0.000001 risk reduction in each group	(3) Risk reduction for everyone in each group	(4) Benefits by group	(5) Overall benefits
A: Uniform risk reductions and uniform WTP	500,000 500,000	\$7 \$7	0.000001 0.000001	\$3.5 million \$3.5 million	\$7 million
B: Uniform risk reductions and differing WTP	500,000 500,000	\$2 \$12	0.000001 0.000001	\$1 million \$6 million	\$7 million
C: Differing risk reductions and uniform WTP	500,000 500,000	\$7 \$7	0.0000005 0.0000015	\$1.75 million \$5.25million	\$7 million
D: Risk reductions and WTP negatively correlated	500,000 500,000	\$12 \$2	0.0000005 0.0000015	\$1.5 million \$3 million	\$4.5 million
E: Risk reductions and WTP positively correlated	500,000 500,000	\$2 \$12	0.0000005 0.0000015	\$0.5 million \$9 million	\$9.5 million

Note: In all cases, aggregate risk reduction is one statistical life, and the average VSL would be \$7 million.

# 对“一刀切”的批评

- 使用平均生命价值而非个体生命价值的潜在问题：
  - 若风险减少与支付意愿正相关，使用统一的VSL会低估真实影响
    - 例如污染更重地区的人更关心空气质量
  - 若风险减少与支付意愿负相关：使用统一的VSL会高估真实影响
    - 例如低收入人群暴露在更差环境中，但支付意愿低
- 缓解“统一VSL”的方法：基于VSL构建“每年预期寿命的价值”

# 如何构建年龄特定VSL

- 将统计生命价值转换为“每年生命价值”

$$VSLY = \frac{VSL}{LE}$$

- 其中：
  - $VSL$ : 中位年龄人群使用的统一生命价值
  - $LE$ : 中位年龄人群的剩余预期寿命

- 然后计算某个年龄组的VSL:

$$VSL_{age} = LE_{age} \times VSLY$$

- 最后，估计总健康成本或健康收益

$$Total\ cost = \sum_{age} (VSL_{age} \times \Delta Mortality_{age} \times Population_{age})$$

谢谢！

xianlinglong@nsd.pku.edu.cn