

面板数据因果推断

第三讲 双向固定效应模型的问题

徐轶青

斯坦福大学

课程计划

- 第一讲：经典双向固定效应模型
- 第二讲：双重差分法：因果推断的框架
- 第三讲：双向固定效应模型的问题
- 第四讲：对异质性稳健的新估计量
- 第五讲：合成控制法及其拓展
- 第六讲：潜因子法与双重稳健法

第三讲大纲

- 双向固定效应模型的识别假设
 - 处理的分配机制
 - SUTVA假设
- 因果效应异质性

之前两讲的关键要点

- DID的优点
 - 允许在非时变的不可观测变量（time-invariant unobservables）和时间趋势的选择性
 - 易于执行
 - 要求: 平行趋势（PT），样本间独立（SUTVA），无预期效应
- 标准差估计至少聚类到层面
- 双重固定效应的棘手之处
 - 可行的情况： 2×2 （两期 \times 两组），且无控制变量
 - 不可行的情况：多期，或有控制变量

解决方案: 可以使用双重稳健估计量来估计平均处理效应（ATT）

- 构造拥有“正确”对照组的子集
- 基于条件均值的结果模型（Outcome variable）（有/没有控制变量）
- 倾向得分模型（Propensity score models）（有/没有控制变量）

两个事实

事实 1. 面板数据在如今的社会科学研究中十分常见。双重固定效应模型是最常用的方法

- 在使用面板数据的分析中，绝大多数都使用了双重固定效应模型
- 几乎所有的论文将双重差分和双重固定效应模型等同起来
- 双向固定效应（TWFE）就是“回归中的DID” (Angrist & Pischke 2009)

事实 2. 现有的新近研究开始质疑固定效应估计量

- Dirty pool debate (Green, Kim & Yoon 2001; Beck & Katz 2001; King 2001)
- 统计推断问题 (例如, Bertrand et al., 2004; Cameron et al, 2008)
- 对分配机制不现实的假设或者缺乏研究设计 (例如, Blackwell and Glynn 2018; Imai & Kim 2019; Keele 2020)
- 异质性处理效应（HTE）的后果 (例如, Imai & Kim 2019; Athey and Imbens, 2018; Goodman-Bacon, 2021; de Chaisemartin and D’Haultfœuille, 2020; Strezhnev, 2018; Callaway and Sant’Anna, 2021; Sun and Abraham 2021; Borusyak, Jaravel and Spiess, 2021)
 - > 因此，学者们提出了很多异质性处理效应稳健估计量

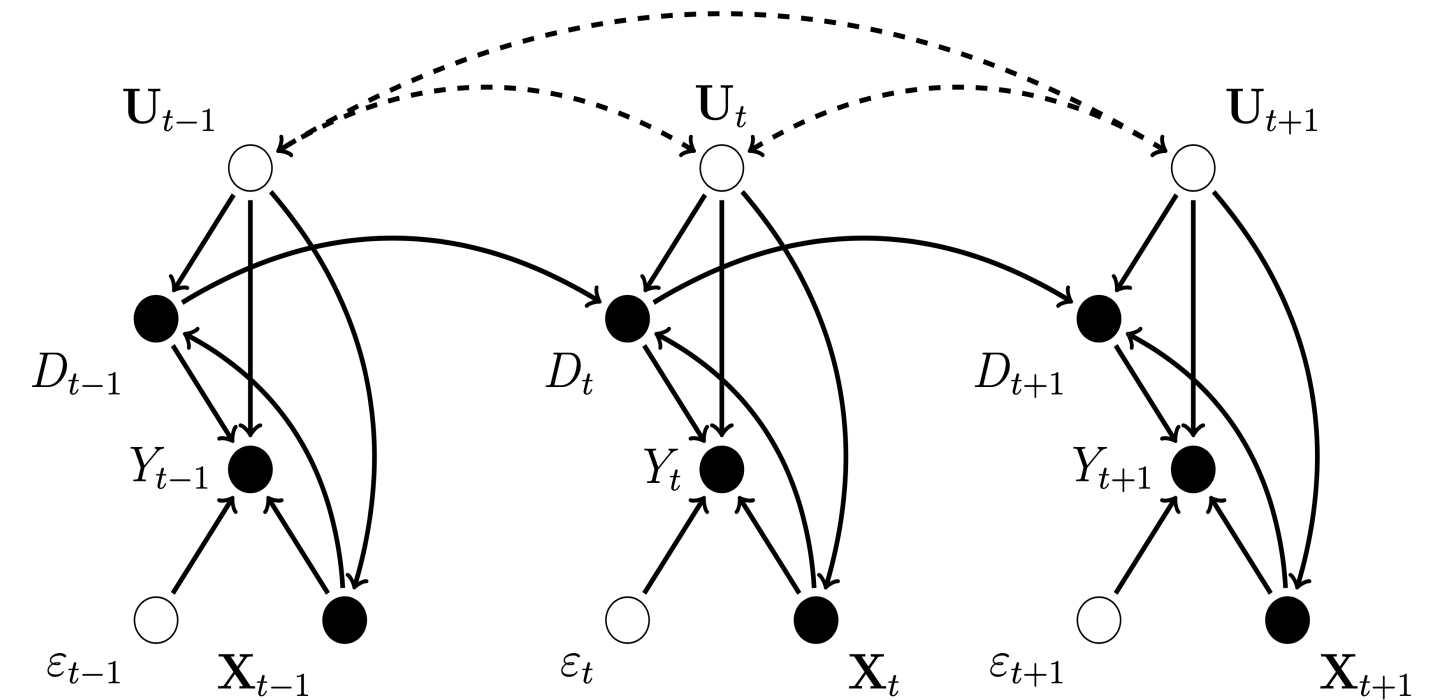
识别假设：强外生假设究竟意味着什么？

函数形式 $Y_{it} = \alpha_i + \xi_t + X'_{it}\beta + \delta^{TWFE} D_{it} + \epsilon_{it}$

强外生性 $\epsilon_{it} \perp D_{js} | X_i^{1:T}, \alpha_i, \xi^{1:T}, \forall i, j, t, s,$

Imai & Kim (2019)

- 没有时间变化的混淆变量
- 没有反馈效应 (feedback effects)
- 没有延续效应 (carryover effects)
- **补充：** 没有预期效应 (anticipation effects)



识别假设：强外生假设究竟意味着什么？

函数形式 $Y_{it} = \alpha_i + \xi_t + X'_{it}\beta + \delta^{TWFE} D_{it} + \epsilon_{it}$

强外生性 $\epsilon_{it} \perp D_{js} | X_i^{1:T}, \alpha_i, \xi^{1:T}, \forall i, j, t, s,$

Imai & Kim (2019)

- 没有随时间变化的混淆变量
- 没有反馈效应 (feedback effects)
- 没有延续效应 (carryover effects)
- 线性参数 (linearity)
- **补充：** 没有预期效应 (anticipation effects)

重新阐释

在分配上

- 干扰因素之间相互抵消，无论是否有特殊的函数形式
- 不存在“反馈 (feedback)”

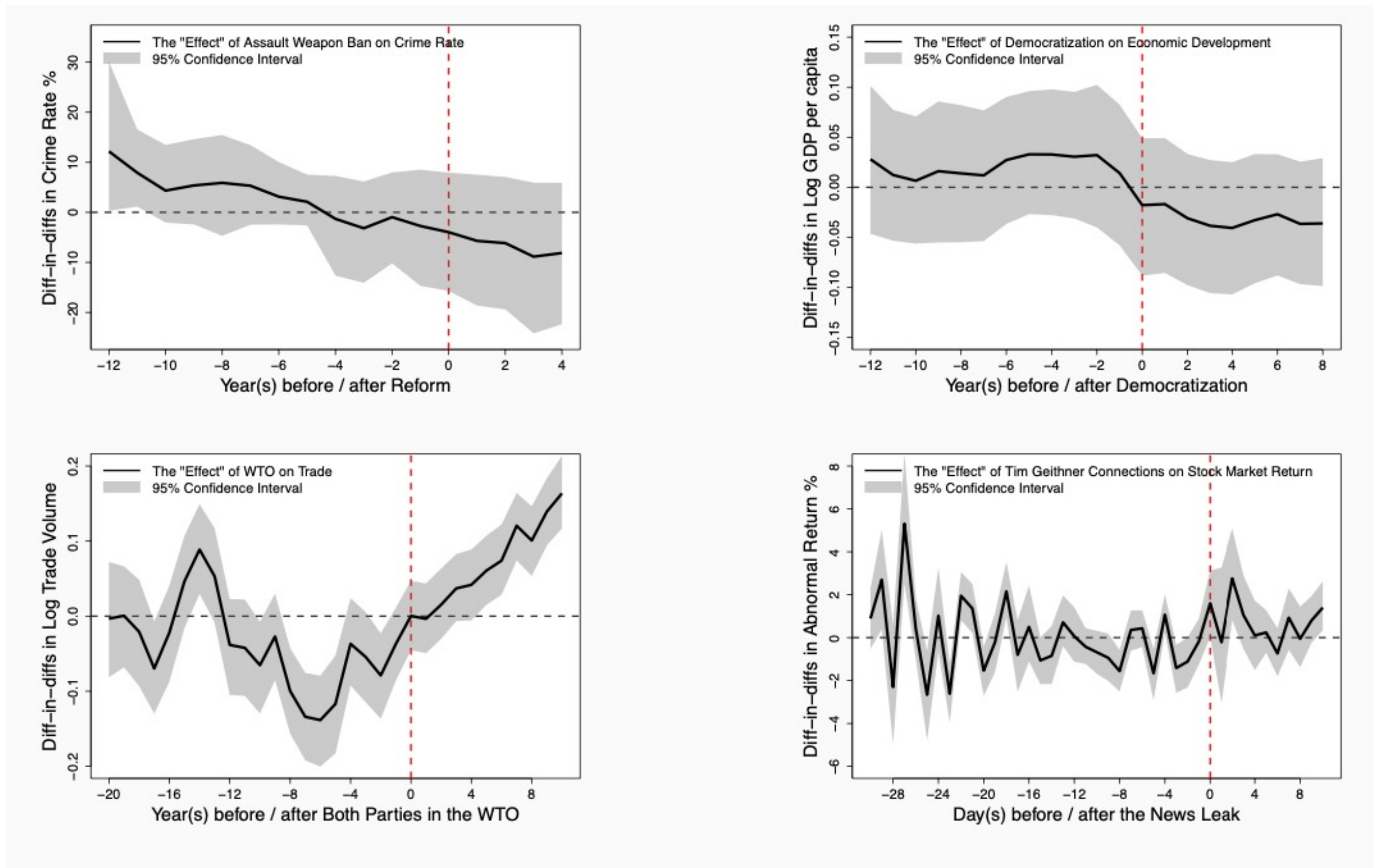
对干涉效应的假设 (SUTVA)

- 无空间溢出 (No spatial spillover)
- 无预期效应 (No anticipation effects)
- 无延续效应 (No carryover effects)

在异质性处理效应 (HTE) 上

- 常数处理效应 (Constant treatment effect)

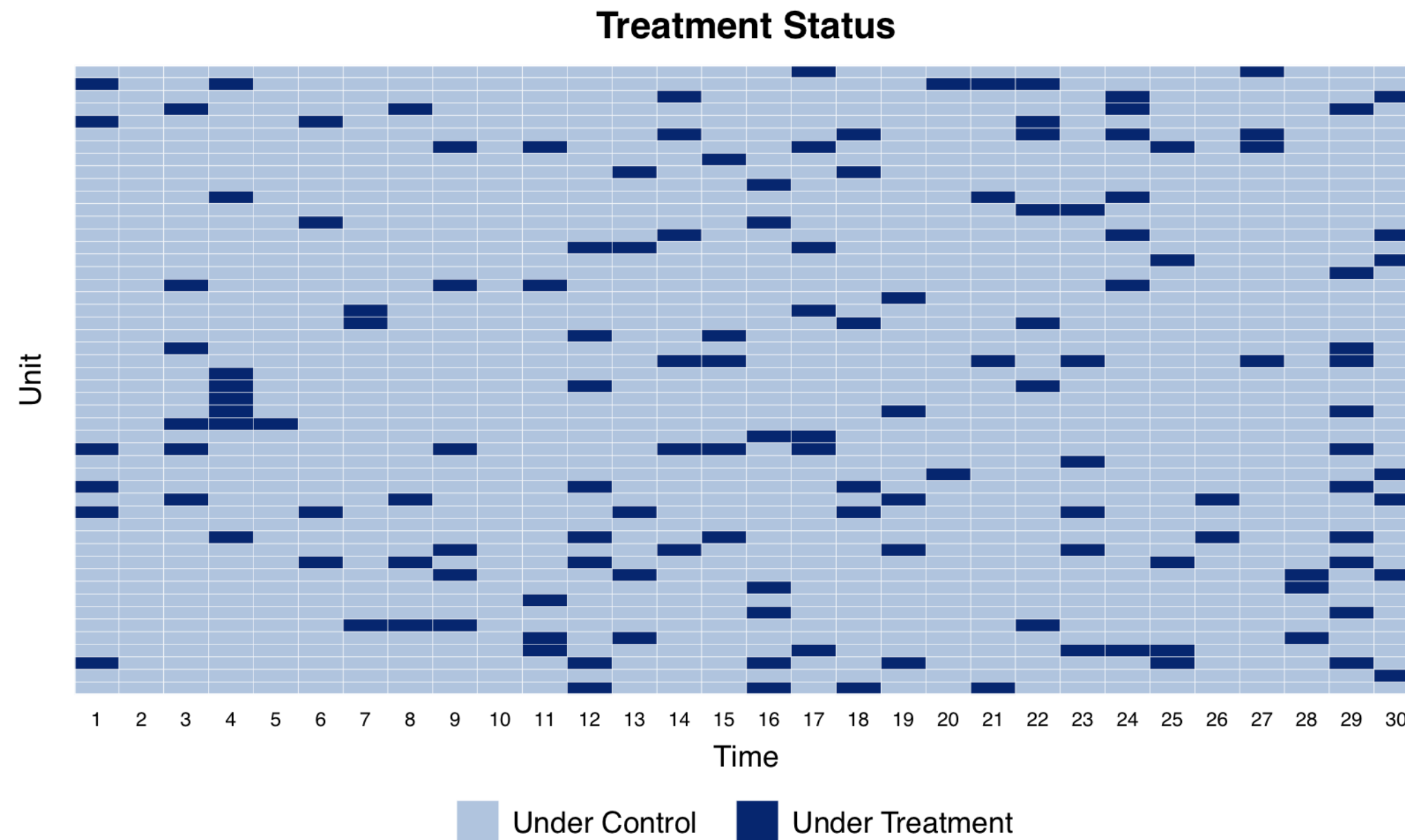
一、平行趋势假设往往不成立！



二、试问研究设计背后的假想实验是什么？

数据生成过程（DGPs）满足强外生性：在基期进行分配

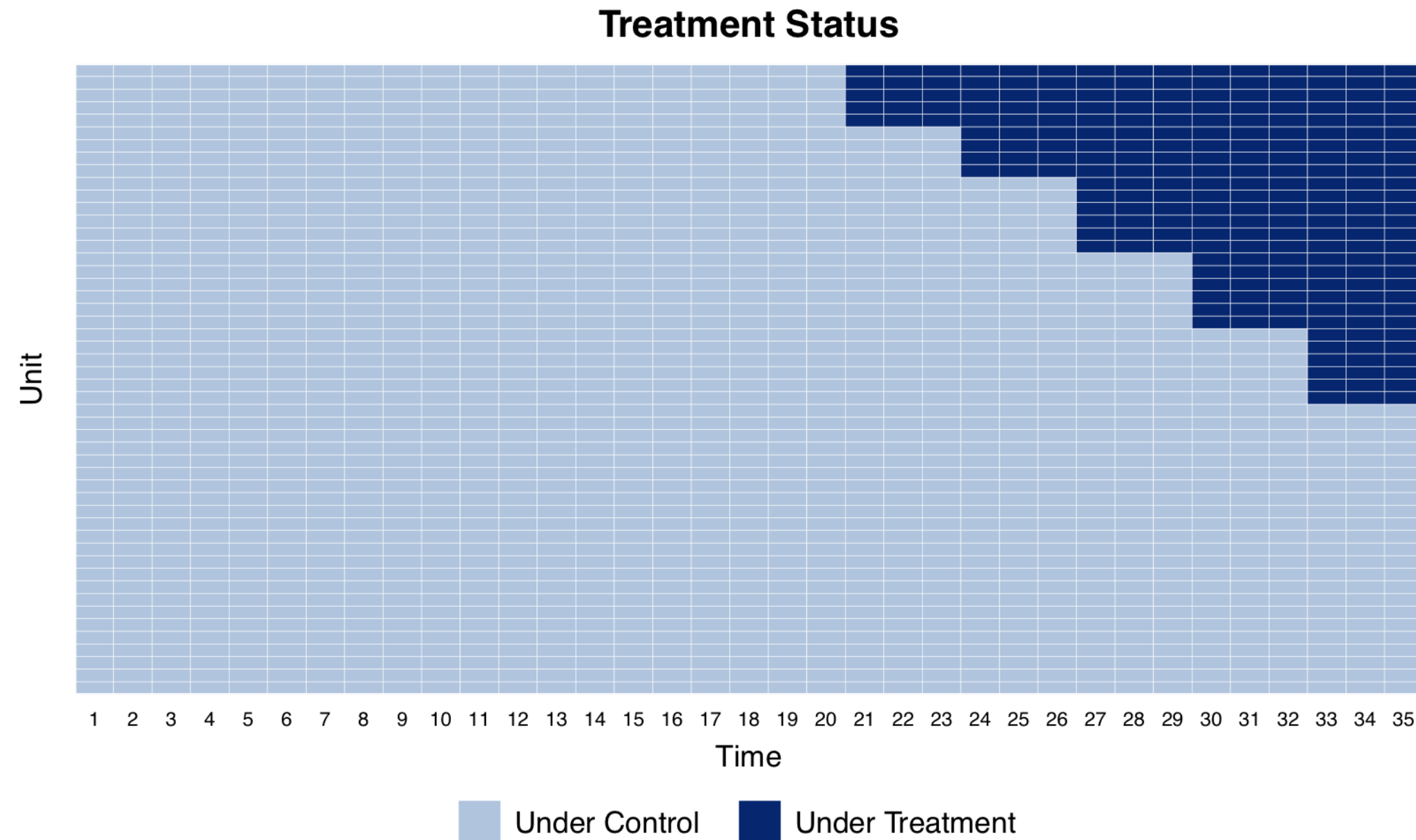
例子：将单元（units）随机分配： $\alpha_i, \mathbf{X}_i \rightarrow \mathbf{D}_i \rightarrow \mathbf{Y}_i$



二、试问研究设计背后的假想实验是什么？

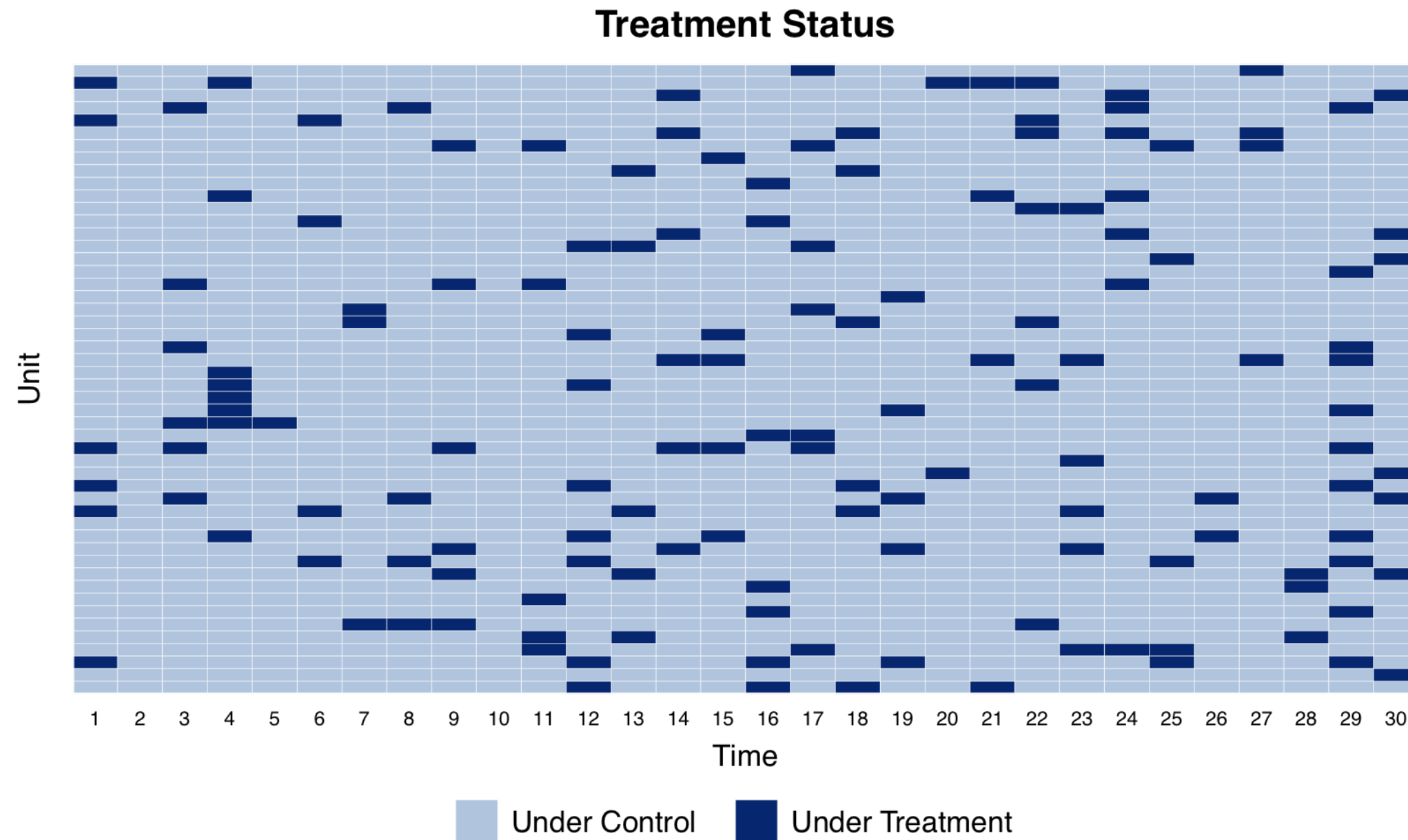
数据生成过程（DGPs）满足强外生性：在基期进行分配

例子：采用交错的方式: $\alpha_i, \mathbf{X}_i \rightarrow A_i \rightarrow \mathbf{D}_i \rightarrow \mathbf{Y}_i$ (Athey & Imbens 2021)

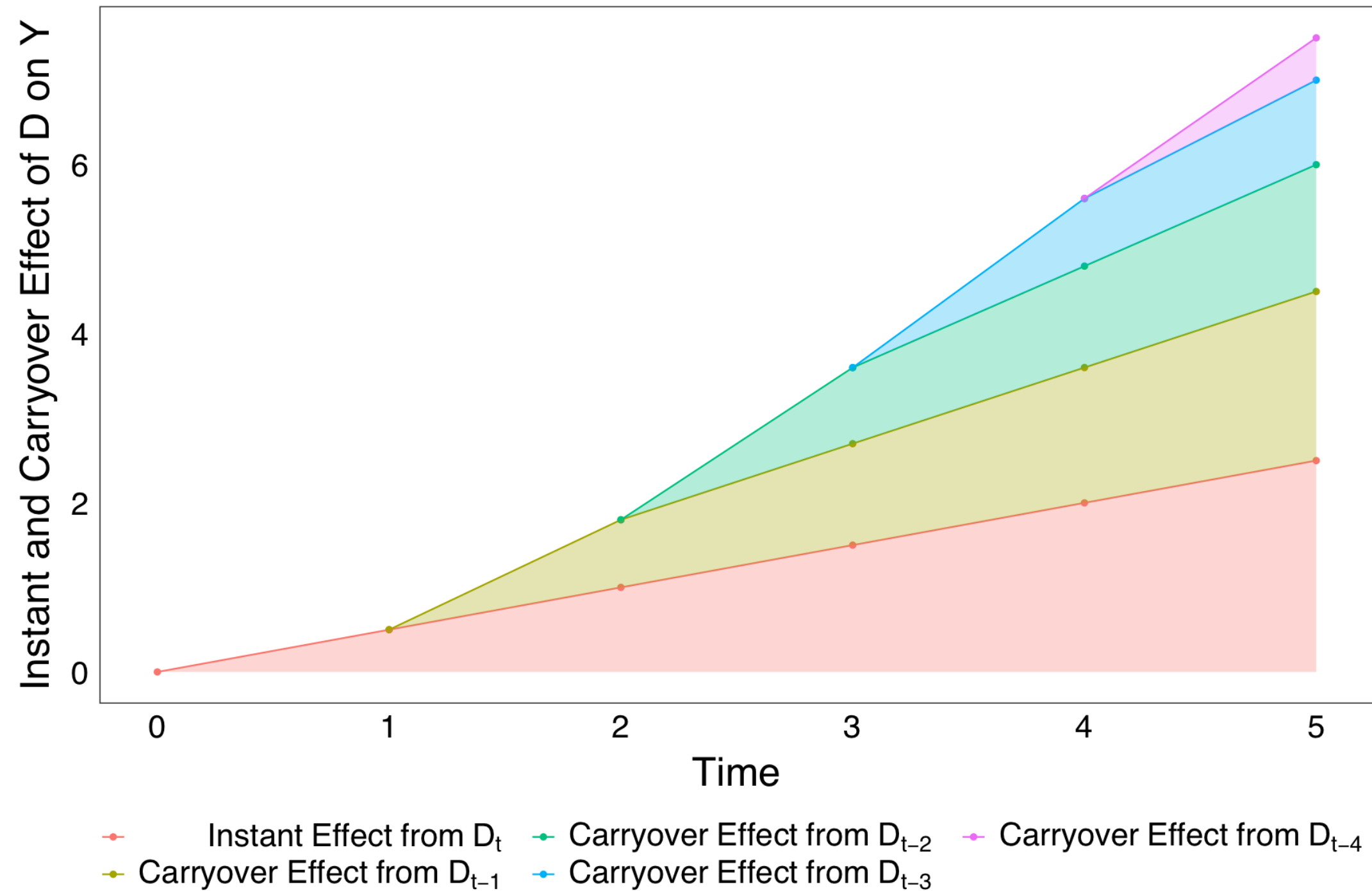


三、预期效应和延续效应

可以理解为跨时间的SUTVA违反；以下面这个处理分配为例：



如果没有处理反转， 我们不需要过于担心延续效应（为什么？）

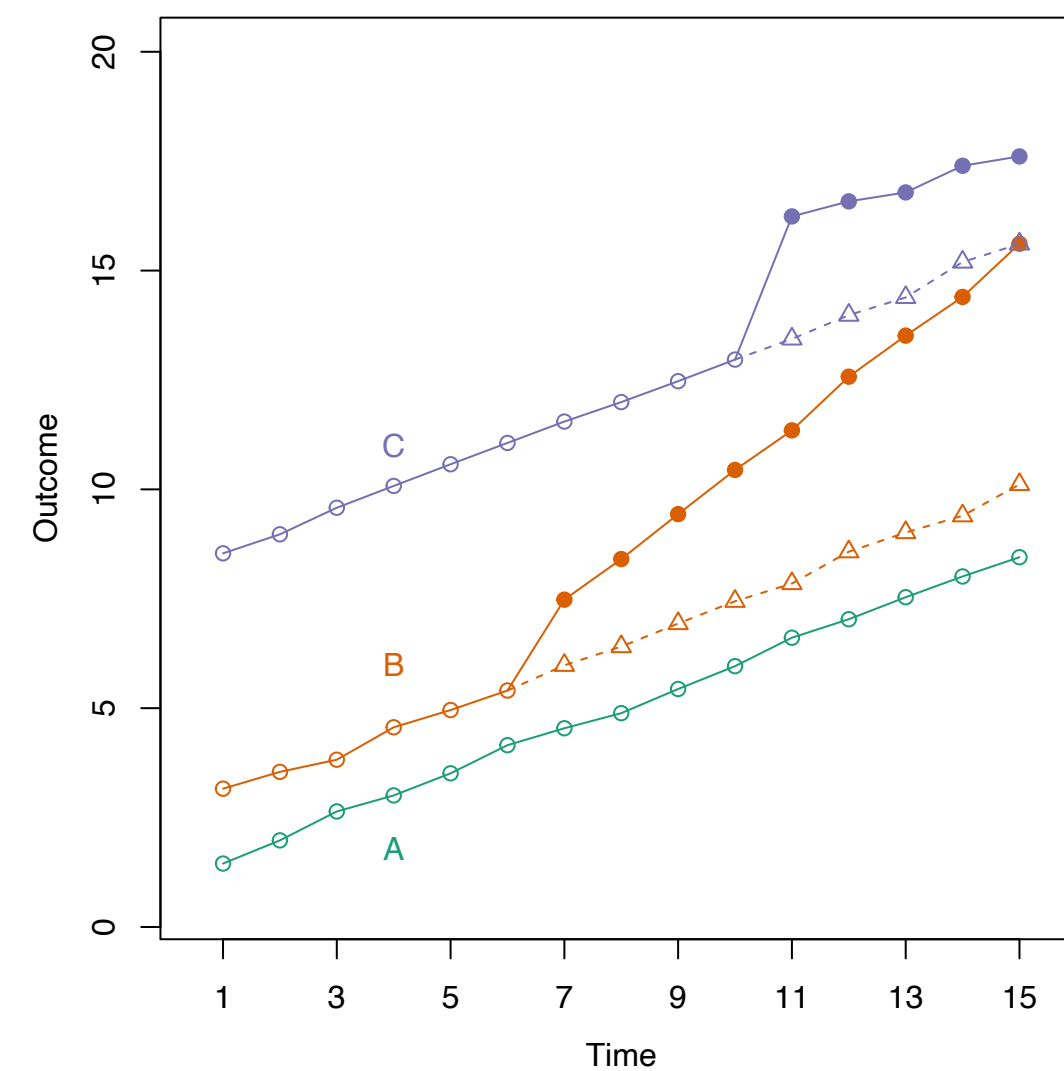
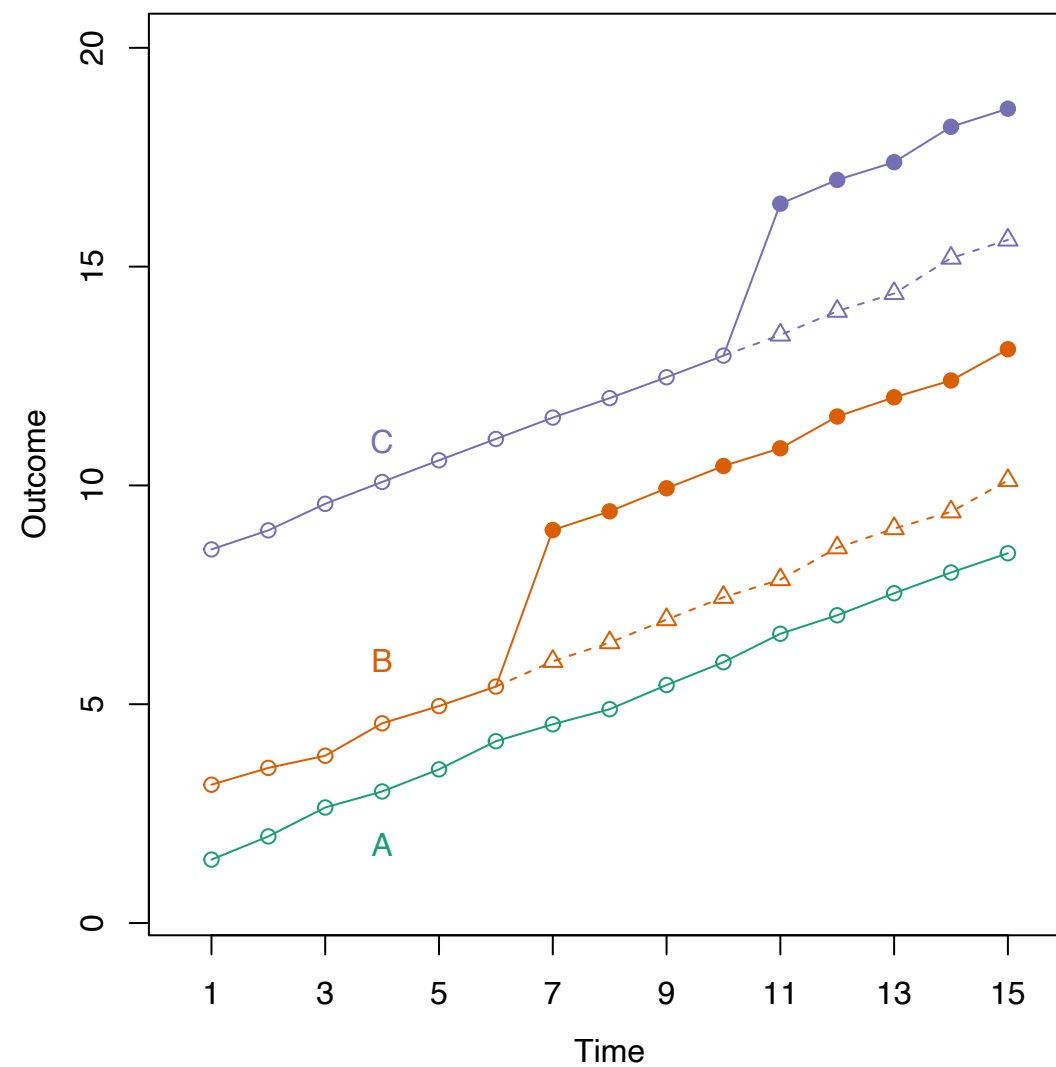


异质性处理效应的后果

问题：在有处理效应异质性的情况下，双重固定效应估计量是否可以得到个体处理效应的凸组合吗？

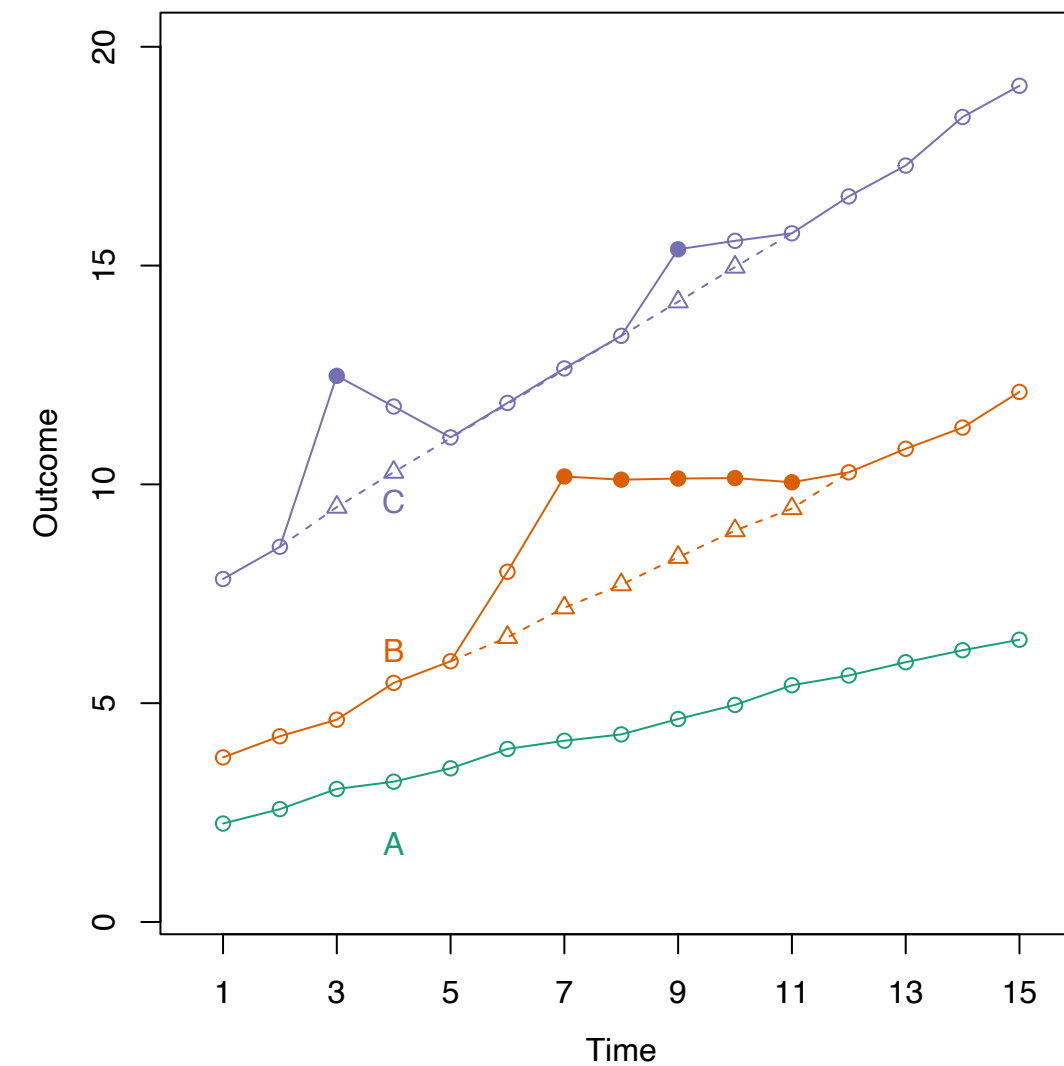
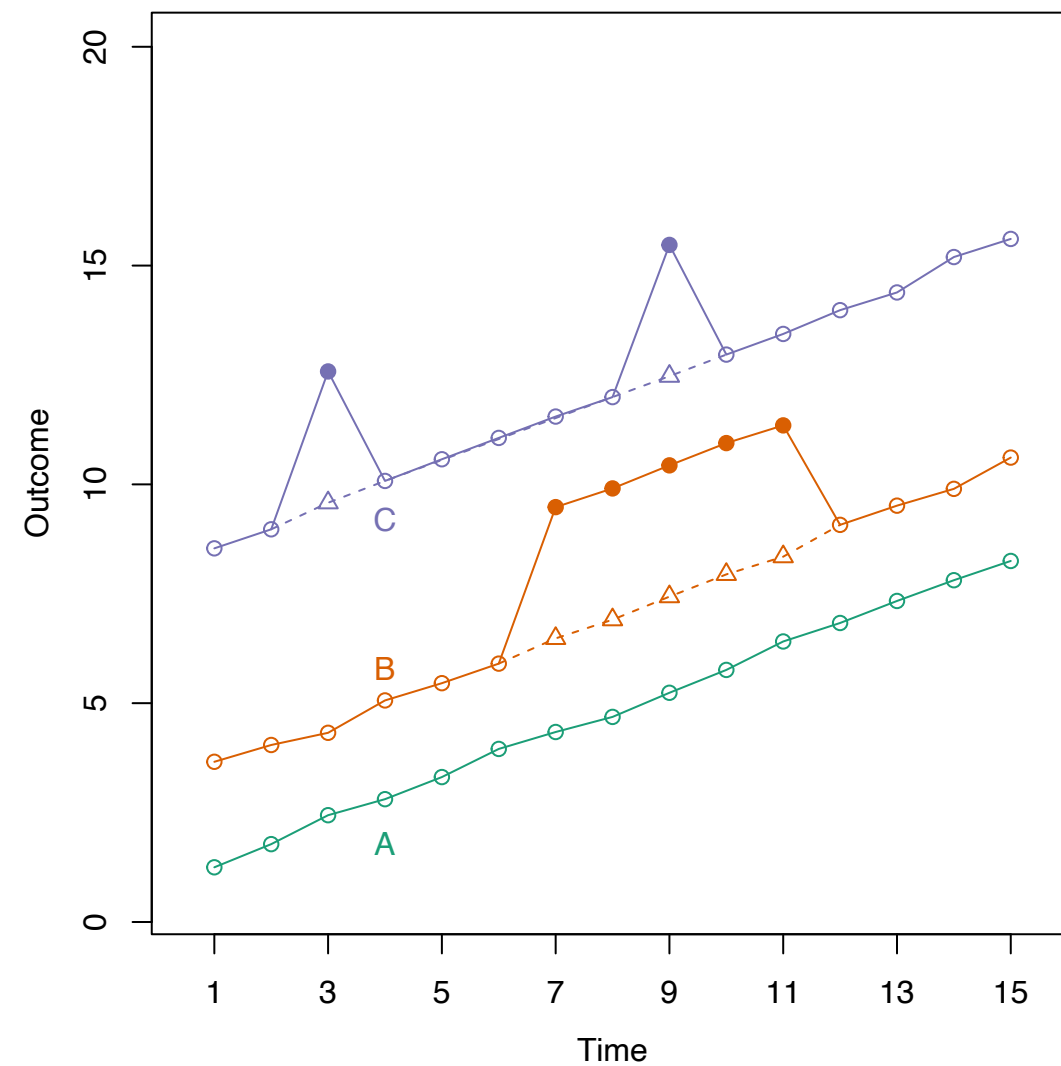
不一定！（Goodman-Bacon, 2021; de Chaisemartin and D'Haultfœuille, 2020），因为早处理组 成为了 晚处理组 的 对照组

$$\text{plim}\beta^{TWFE} = VWATT + VWCT - \Delta ATT$$



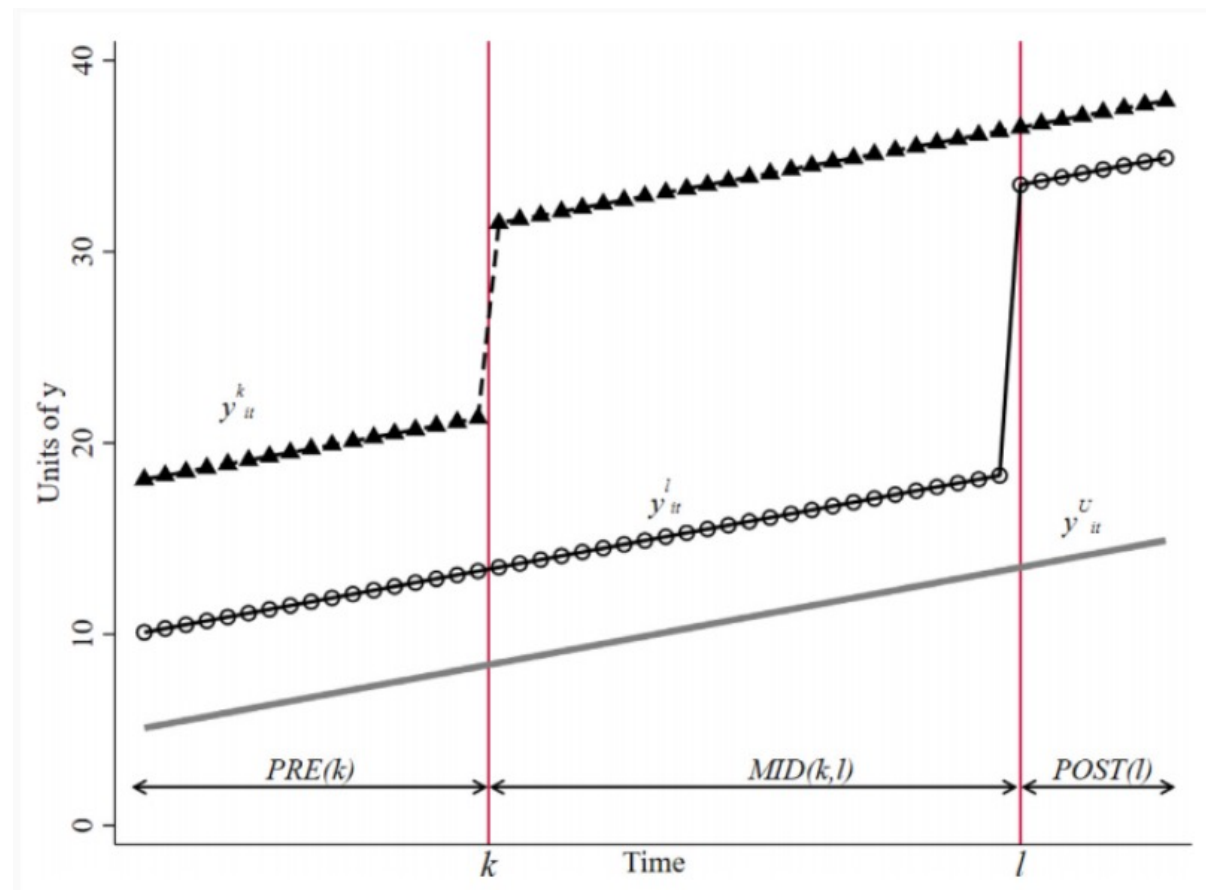
异质性处理效应的后果

问题：在有处理效应异质性的情况下，双重固定效应估计量是否可以得到个体处理效应的凸组合吗？
不一定！（Goodman-Bacon, 2021; de Chaisemartin and D'Haultfœuille, 2020），因为早处理组 成为了 晚处理组 的 对照组

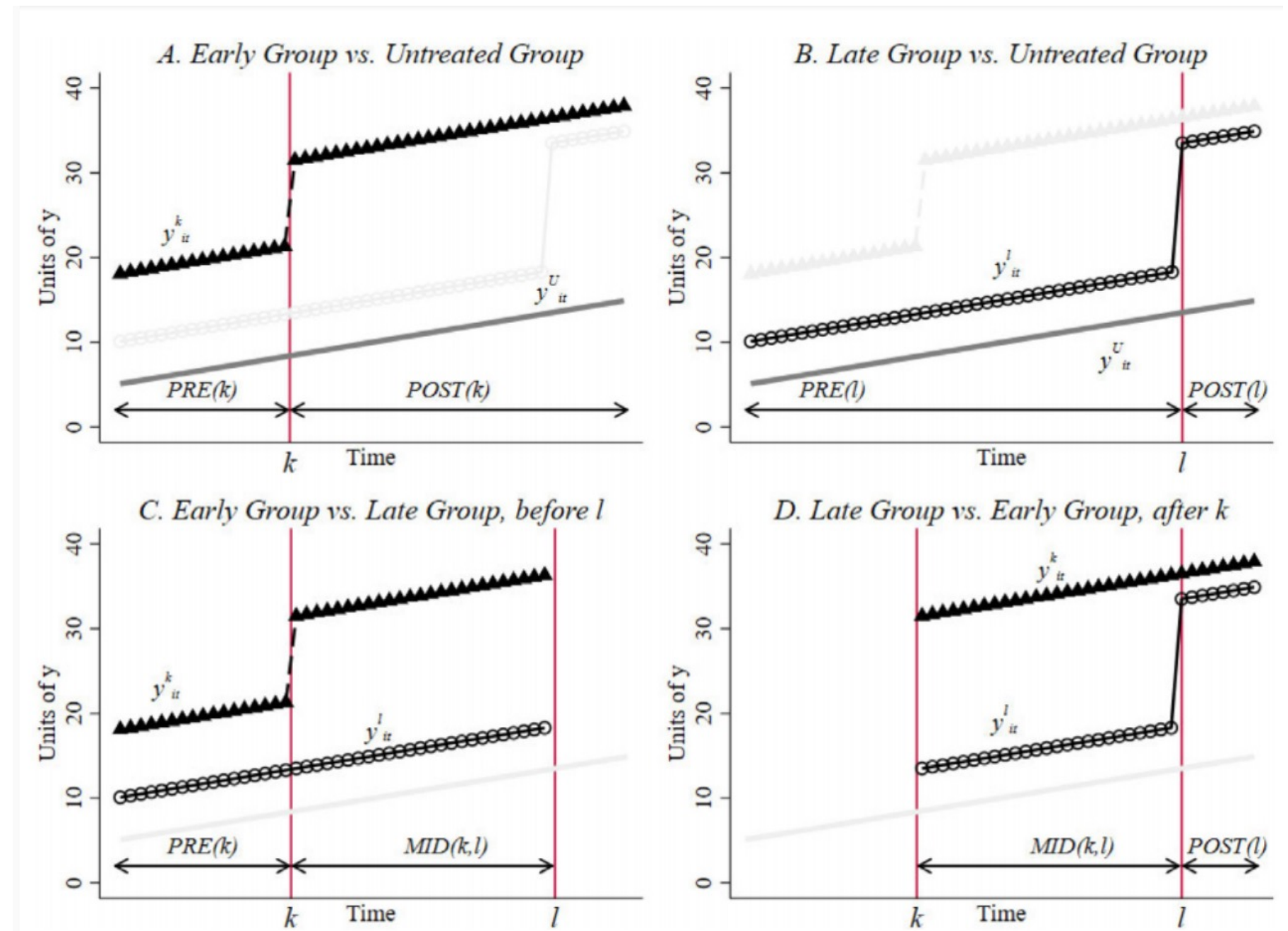


Bacon分解 (Goodman-Bacon 2021)

双向固定效应估计量可以折解成
2*2 DID的加权

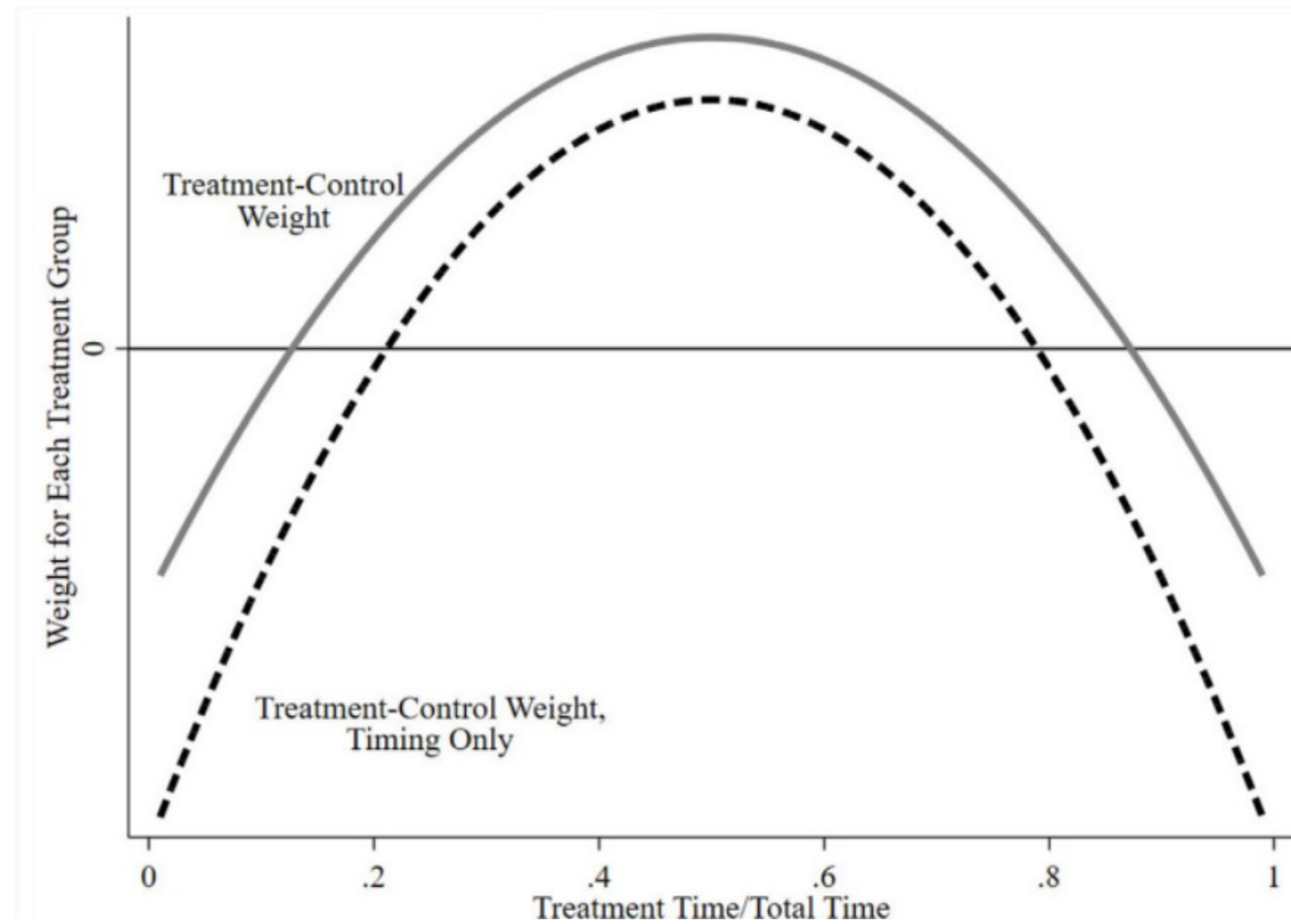


$$\text{plim} \beta^{TWFE} = VWATT + VWCT - \Delta ATT$$



Bacon分解 (Goodman-Bacon 2021)

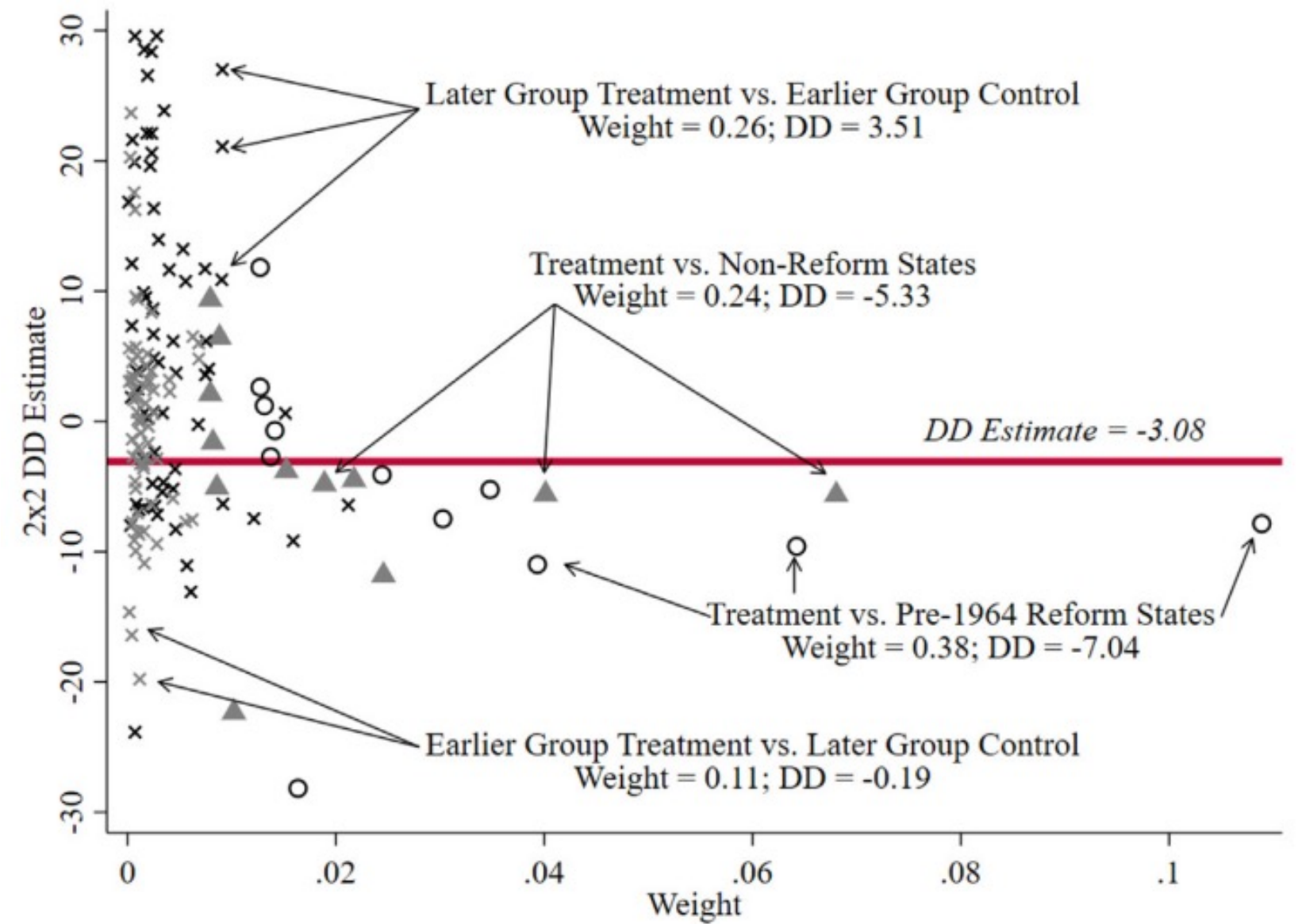
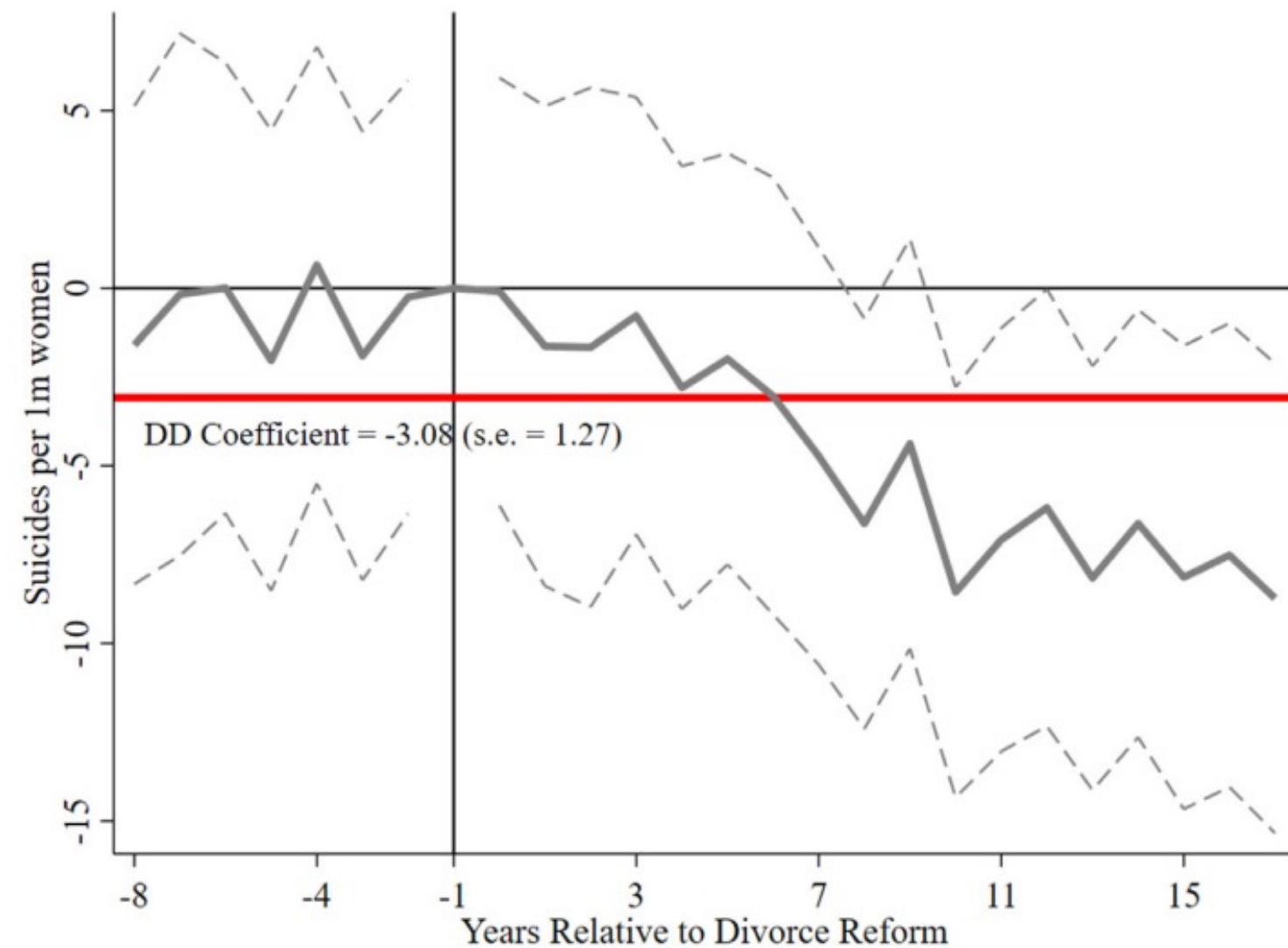
- 若使用双向固定效应模型，从中间开始的单位得到更多“处理”权重
- 很早或很晚开始被处理的单位得到更多“控制”权重



没有干净的控制组

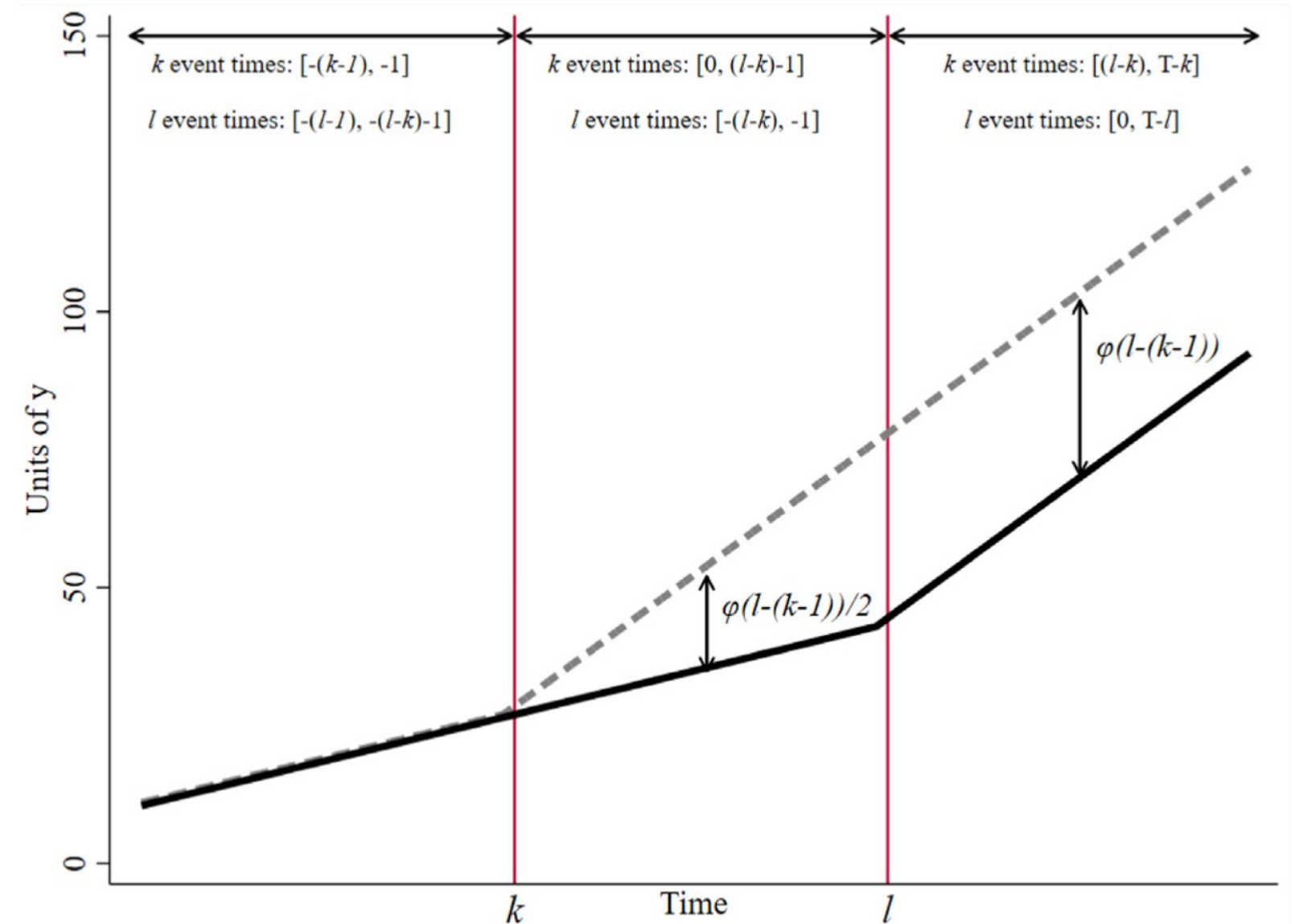
例子：离婚制度改革和女性自杀率

- 数据：1969-1985年的37个州
- 对比事件研究法和双向固定效应估计结果



一个示例

- 无干净的控制组
- 两个处理组的因果效应都随时间线性上升
- 双向固定效应模型是有偏的，因为它错误地估计了Late Adopter的因果效应
- Sun & Abraham (2021): 对于交错DID，如果各个cohort随时间变化的因果效应是不同的（异于此例），那么事件研究法得到的“动态因果效应”也将是有偏误的。
- 在下一讲，我们将看到具体的例子



第三讲小结

- 在经典DID（处理到来的时间唯一）的情况下，满足平等趋势、SUTVA、无预期效应，双重固定效应没有问题
- 在其他情况下，需要考虑
 - 平行趋势假设是否被满足
 - SUTVA是否被满足
 - 有无预期效应
 - 有无延续效应
- 处理效应的异质性可能导致双向固定效应的估计值不可阐释