0. Intuition

一、情境：解释变量 x or 工具变量 IV （本质一样都用 z_i）

1、解释变量：

$$\begin{tikzcd} Z(X) \arrow[r] & Y \\ & \varepsilon \arrow[ul] \arrow[u] \end{tikzcd}$$

$y_i=\beta z_i+\varepsilon_i$，$z_i=f_i(g,w)$

g：外生，$G(\cdot)$已知；w：内生

✓期望处理效应：$\mu_i=E(z_i|w_i)$ （$G(\cdot)$分布已知）

(1) Control：$y_i=\beta z_i+\rho\mu_i+\varepsilon_i'$：

$$\begin{tikzcd} & \mu_i \arrow[dl] \arrow[dr] & \\ z_i \arrow[rr] & & y_i \\ & \varepsilon_i' \arrow[ur] & \end{tikzcd}$$

本质一样（除ε_i）

(2) recenter：$\tilde{z}_i=z_i-\mu_i$，$y_i=\beta\tilde{z}_i+\varepsilon_i''$：

$$\begin{tikzcd} \tilde{z}_i \arrow[r] & y_i \\ \varepsilon_i'' \arrow[ur] & \end{tikzcd}$$

2. 工具变量：更广泛.

(1) 传统IV Assumption：(1) relevance；(2) exclusion；

$$\begin{tikzcd} Z \arrow[r] & X \arrow[r] & Y \\ & \varepsilon \arrow[u] \arrow[ur] & \end{tikzcd}$$

(3) exogeneity：$Cov(z,\varepsilon)=0$

↓放宽

(3') shock exogeneity：$z_i=f_i(g,w)$

$Cov(g,\varepsilon)=0$，$G(\cdot)$已知

$Cov(w,\varepsilon)\neq 0$

(2) ✓期望工具变量：$\mu_i=E[z_i|w_i]$ （$G(\cdot)$ known）

(3) $\tilde{z}_i=z_i-\mu_i$ 满足 Exogeneity.

3. Data Requirement.

放松3 Assumption中的外生性要求，找z_i更容易

提升了数据要求：要求$G(\cdot)$已知，即反事实情境冲击已知

如：铁路开通时间；历史数据（文会）；网络等一定随机性