



廣東工業大學

Guangdong University of Technology



# 调节变量和中介变量

彭家敏



# 目录

- ◆调节变量和中介变量的原理及理论意义
- ◆调节作用的检验方法
- ◆中介作用的检验方法
- ◆有调节的中介和有中介的调节及Process应用



# 引言

因果关系：自变量 (X)  $\longrightarrow$  因变量 (Y)

第三者：调节变量 (moderator)

中介变量 (mediator)

如何分析?

如何区分?



# 因果关系 $X \rightarrow Y$

## 什么是因果关系

### ◆ 因果关系的定义？

- ◆ 一个事物会引起另一个事物的发生。

### ◆ 有关因果关系的不同观点

- ◆ 伽利略：原因是产生一个现象的所有充分必要条件集合。“当且仅当”
- ◆ 休谟：满足三个条件（之前、时空连续、共同出现或消失）
- ◆ 概率因果关系： $P(Y|X)=1$ 和 $P(Y|\sim X)=0$ ； $P(Y|X) > P(Y|\sim X)$

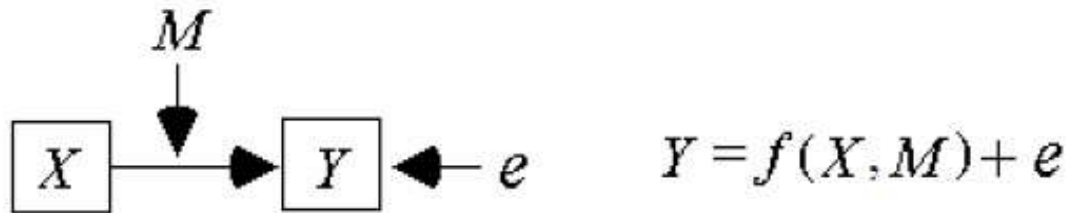
### ◆ 简单因果模型的检验

- ◆ 第一，X总是发生在Y之前
- ◆ 第二，X与Y的变化在较高的概率上是相关的
- ◆ 第三，X与Y的共同变化不是由于其他因素对X和Y的共同影响导致的



# 调节变量的原理和理论意义

## 调节变量的定义和原理



常用形式：

$$Y = aX + bM + cXM + e$$

$$Y = bM + (a + cM)X + e$$

变量Y与变量X的关系是变量M的函数，M便称为X与Y关系的调节变量。

系数c衡量了调节效应（moderator effect）的大小



# 调节变量的原理和理论意义

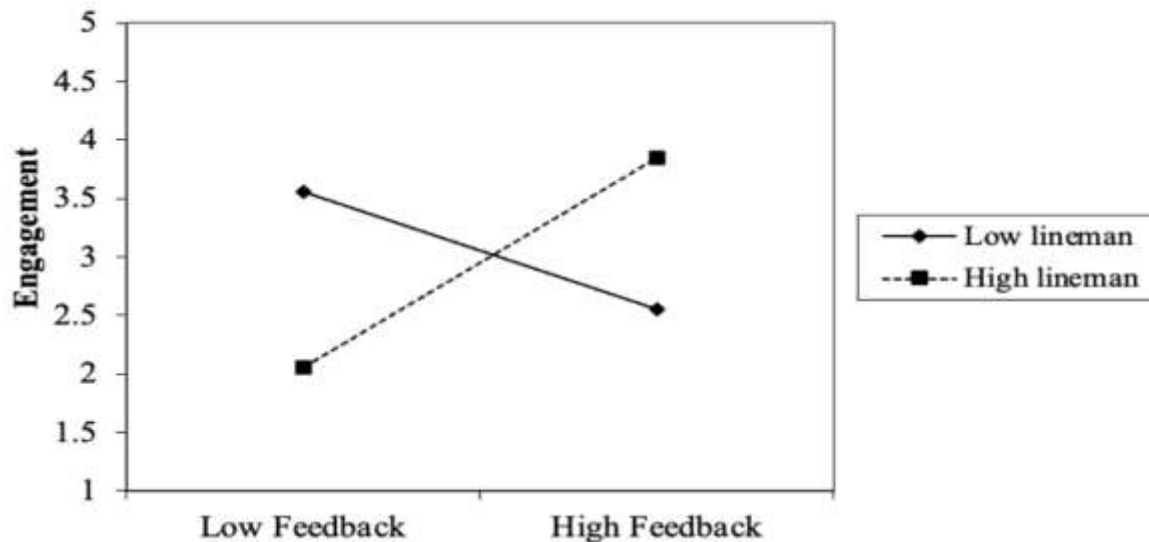
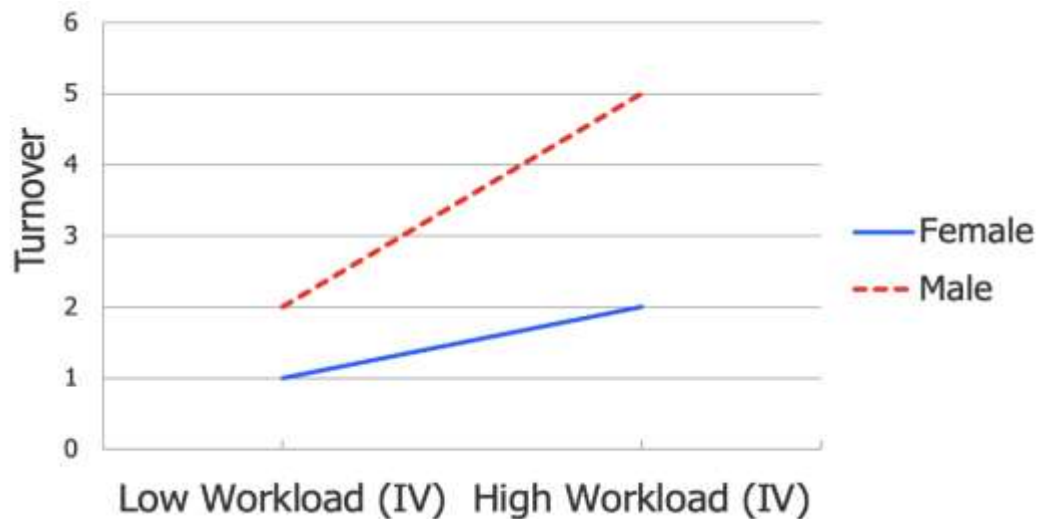
## 调节变量的定义和原理

“视情况而定” “因人而异”  
“在什么样的情况下” “对于哪些人”

- 举例：
- 指导方案对学生学习效果的影响
- 调节变量：学生个性
- 成功机会对动机的影响
- 调节变量：成功的价值
- 顾客参与对顾客满意度的影响
- 调节变量：顾客/任务特征

# 调节变量的定义和原理

- 调节变量影响自变量和因变量之间的关系，即**可以是对关系强度的影响，又可以是对关系方向的影响。**





# 调节变量的原理和理论意义

## 调节变量在研究中的作用

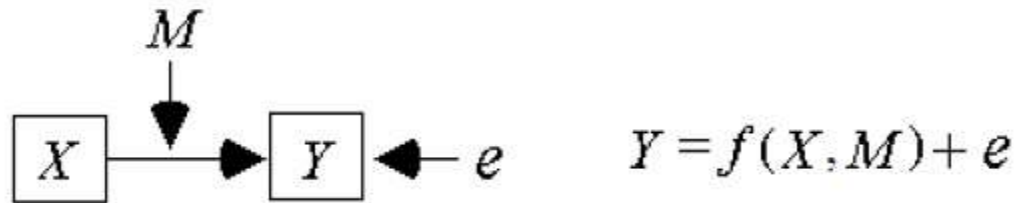
### ◆为现有理论划出限制条件和适用范围

帮助我们发展已有的理论，使理论对变量间的关系的解释更为精细



# 调节变量的原理和理论意义

## 调节变量的定义



常用形式:

$$Y = aX + bM + cXM + e$$

$$Y = bM + (a + cM)X + e$$

**交互效应、调节效应？**



# 调节变量的原理和理论意义

## 调节变量的定义

**交互作用：**两个变量( $X_1$ 和 $X_2$ )共同作用时对 $Y$ 的影响不等于两者分别影响 $Y$ 的简单数学和。两个自变量可以是对称也可以是不对称的。

**调节作用：**一个变量 ( $X_1$ ) 影响了另外一个变量 ( $X_2$ ) 对 $Y$ 的影响。自变量和调节变量是不能互换的。



# 调节作用的理论建构举例

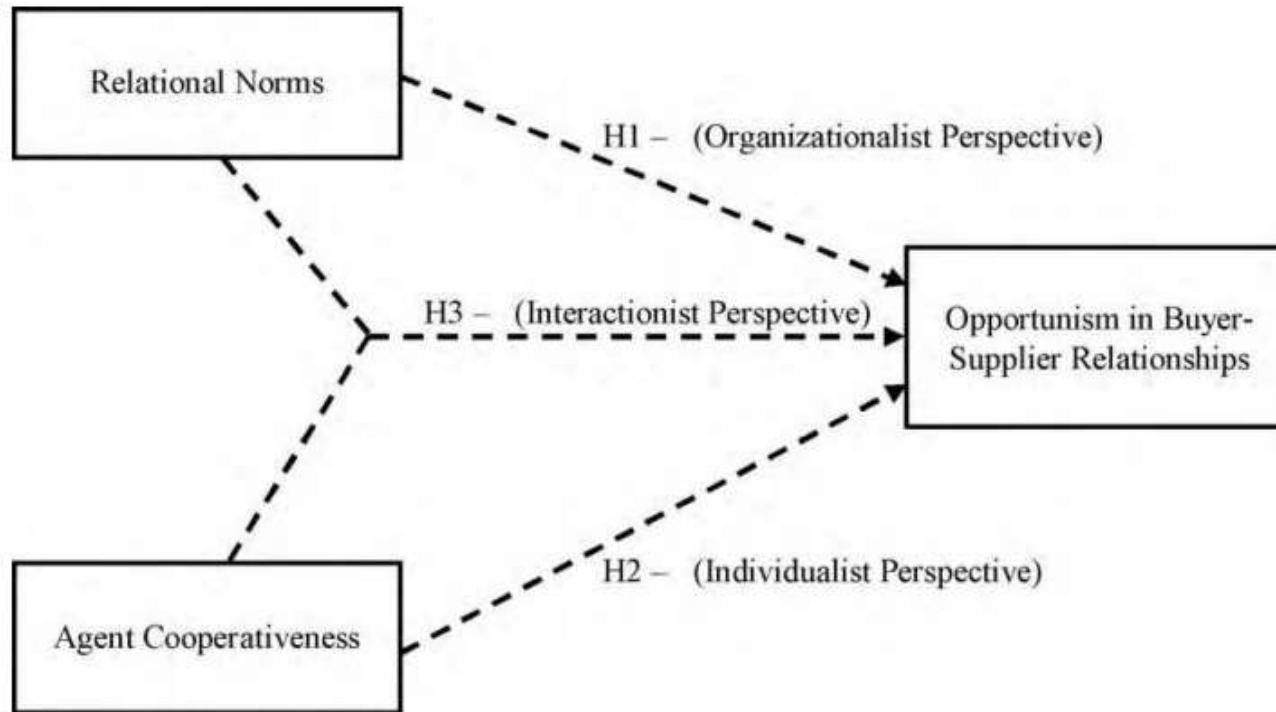


Fig. 1. Conceptual framework.



# 调节作用的理论建构举例

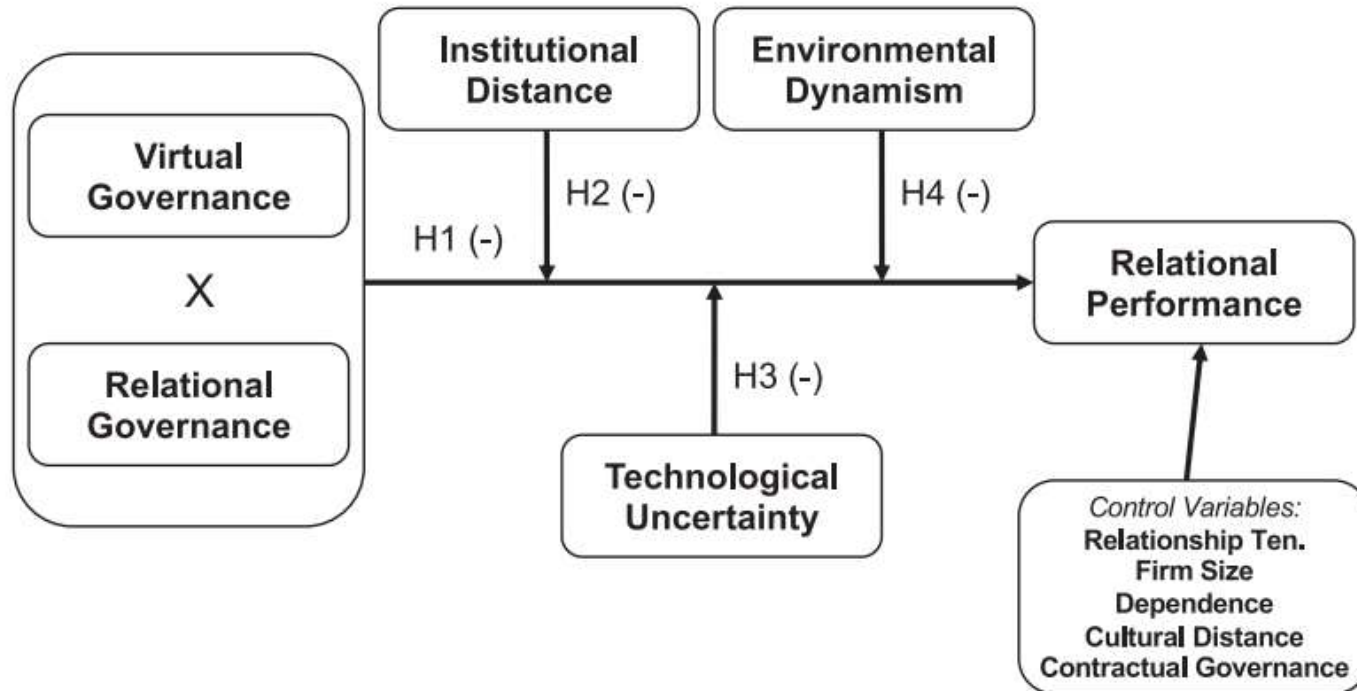


Fig. 1. Virtual vs. Relational Governance in the Emerging-market-supplier/MNE-buyer Relationship.



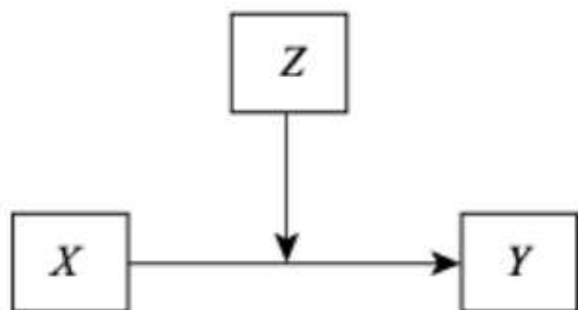
# 调节作用的检验方法

表 1 显变量的调节效应分析方法

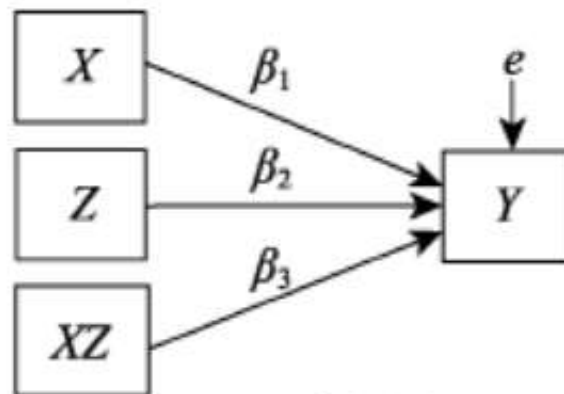
调节变量 $M$	自变量 ( $X$ )	
	类别	连续
类别	两因素有交互效应的方差分析 (ANOVA), 交互效应即调节效应。	方法 1. 分组回归: 按 $M$ 的取值分组, 做 $Y$ 对 $X$ 的回归。若回归系数的差异显著, 则调节效应显著。 方法 2. 调节变量使用伪变量, 并将自变量中心化, 做层次回归 (同左下)。
连续	自变量使用伪变量, 并将调节变量中心化。做层次回归: 1. 做 $Y$ 对 $X$ 和 $M$ 的回归, 得测定系数 $R_1^2$ 。 2. 做 $Y$ 对 $X$ 、 $M$ 和 $XM$ 的回归得 $R_2^2$ , 若 $R_2^2$ 显著高于 $R_1^2$ , 则调节效应显著。或者, 作 $XM$ 的回归系数检验, 若显著, 则调节效应显著。	将自变量和调节变量中心化, 做层次回归 (同左)。 除了考虑交互效应项 $XM$ 外, 还可以考虑高阶交互效应项 (如 $XM^2$ , 表示非线性调节效应; $MX^2$ , 表示曲线回归的调节)。

# 调节变量的原理和检验方法

## 调节作用的检验方法



(a) 概念图



(b) 路径图

- **检验调节作用最普遍的方法是多元调节回归分析：MMR**

## **具体步骤**

### **1.用虚拟变量代表类别变量**

- 所需的虚拟变量的数目等于类别变量水平个数减一。

如2个类别变量的时候， $D1=1$ ； $D1=0$

### **2.对连续变量进行中心化或标准化**

- 目的：减小回归方程中的变量间多重共线性
- 中心化：用这个变量中测量的每个数据点减去均值，使得新得到的数据样本均值为0

## 构造乘积项

经过编码中心化（或标准化）处理以后

$$Y = b_0 + b_1X + b_2M + b_3\bar{X} \times \bar{M} \text{ (注: } \bar{X} \text{ 和 } \bar{M} \text{ 为中心化后的值)}$$

使用了虚拟变量时

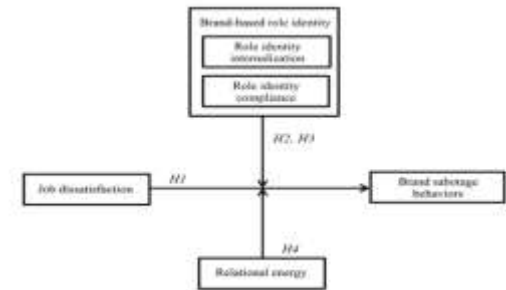
$$Y = b_0 + b_1X + b_2D + b_3\bar{X} \times \bar{D}$$

## 构造方程

自变量、因变量和乘积项放到多元回归方程中检验交互作用。  
乘积项的系数如果显著，就说明调节作用存在。



# 调节作用的检验方法



Variables	Dependent variable: BSB				
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Constant	3.191**	1.542**	1.180*	1.751**	1.086
Gender	-0.215	-0.179	-0.165	-0.176	-0.148
Age	0.320**	0.264**	0.169**	0.177**	0.169**
Education	-0.118	-0.175**	-0.188**	-0.193**	-0.186**
Tenure	-0.031	-0.093	0.014	0.005	0.010
Income	-0.193*	-0.066	-0.005	-0.012	0.002
Job dissatisfaction		0.509**	0.171**	0.151*	0.173**
BBRI internalization			-0.005	-0.037	-0.018
BBRI compliance			0.429**	0.425**	0.431**
Relational energy			-0.061	-0.103	-0.038
BBRI internalization × Job dissatisfaction			-0.104**		
BBRI compliance × Job dissatisfaction				0.084**	
Relational energy × Job dissatisfaction					-0.103**
$R^2$	0.098	0.343	0.574	0.573	0.575
Adjusted $R^2$	0.086	0.332	0.563	0.561	0.564
$F$	8.135**	32.544**	49.882**	49.620**	50.087**

**Notes:** \*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$ ; Model 1 is a controlled variable model; Model 2 examines the main effect of job dissatisfaction on BSB; Models 3–5 examine the moderating effect of BBRI internalization, BBRI compliance and relational energy



# 调节作用的检验方法

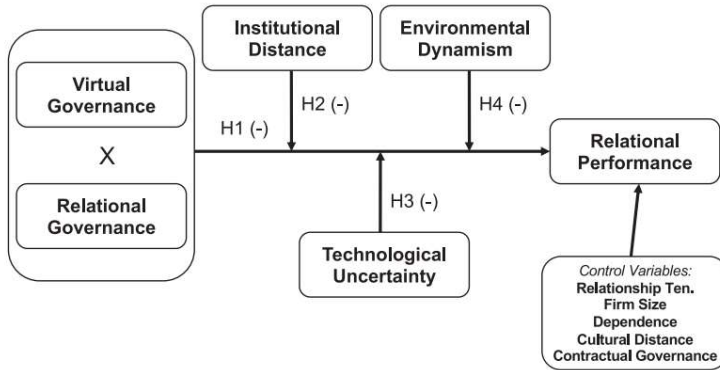


Fig. 1. Virtual vs. Relational Governance in the Emerging-market-supplier/MNE-buyer Relationship.

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
<i>DV: Relational Performance</i>				
Tenure of Relationship	0.167**	0.102*	0.103*	0.086
Firm Size	-0.035	-0.023	-0.051*	-0.056*
Dependence	0.047	-0.123*	-0.095***	-0.069
Contractual Governance	0.268**	0.026	0.048	0.068***
Cultural Distance	0.022	0.044	0.061	0.053
Virtual Governance (VG)		0.228**	0.183**	-0.003
Relational Governance (RG)		0.616**	0.530**	0.778**
Institutional Distance (ID)		-0.025	-0.029	0.017
Technological Uncertainty (TU)		0.136**	0.126	0.124
Environmental Dynamism (ED)		-0.033	-0.044	-0.040
VG × RG			-0.124**	0.055
VG × ID				0.101*
RG × ID				-0.198*
VG × TU				0.001
RG × TU				-0.024
VG × ED				0.013
RG × ED				-0.018
VG × RG × ID				-0.122*
VG × RG × TU				0.052
VG × RG × ED				-0.087*
<i>Instrumental Variables:</i>				
<i>DV: Virtual Governance</i>				
IT Advancement		0.320**	0.444**	0.442**
<i>DV: Relational Governance</i>				
Opportunism		-0.164**	-0.109**	-0.109**
<i>Model Goodness-of-fit Indexes</i>				
Chi-square/d.f.	198.59/91	1076.56/640		
CFI	0.940	0.921		
TLI	0.923	0.909	N/A	N/A
RMSEA	0.070	0.053		
SRMR	0.051	0.077		

\*\*\*  $p < .10$ .

\*  $p < .05$ .

\*\*  $p < .01$  (One-tailed test).



# 调节作用的检验方法

表 4 关系型社交互动影响消费者购买行为的负二项回归模型结果

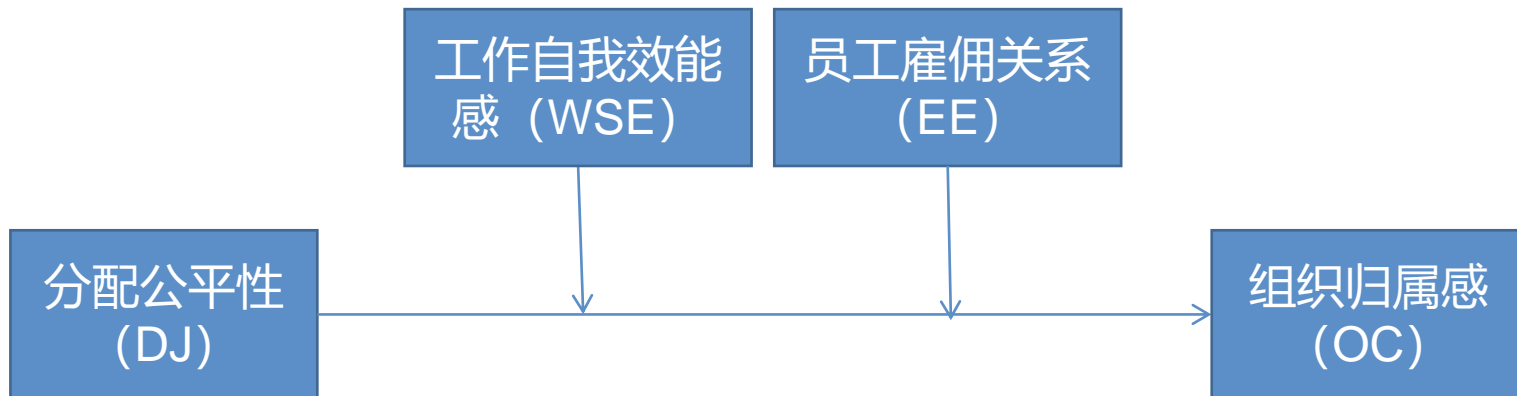
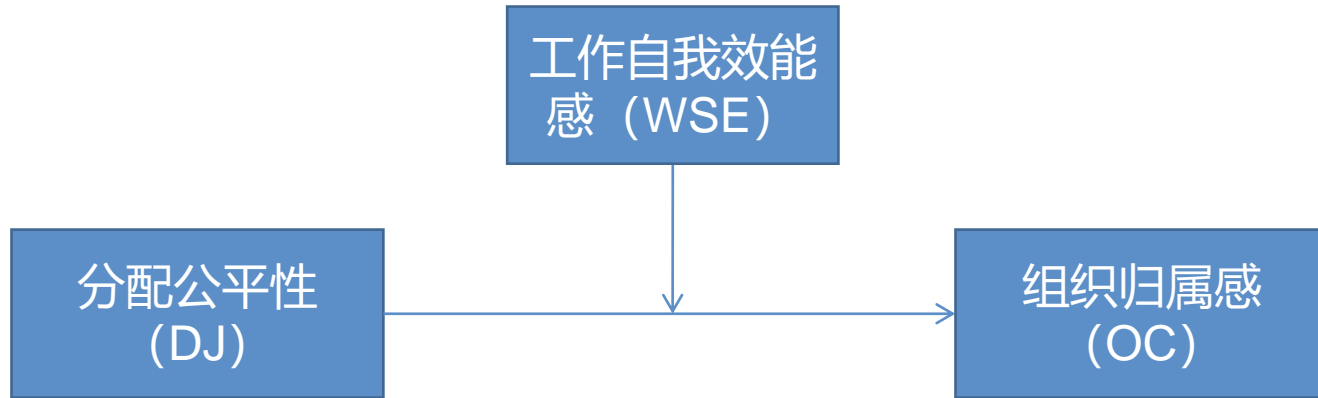
变量	Model 1			Model 2			Model 3		
	$\beta$	se	p	$\beta$	se	p	$\beta$	se	p
常数项	5.368	0.151	0.000	5.443	0.215	0.000	5.359	0.234	0.000
性别	-0.143	0.070	0.011	-0.148	0.073	0.034	-0.192	0.067	0.012
每月直播场次	-0.042	0.012	0.412	-0.062	0.014	0.355	-0.057	0.012	0.365
在线观看人数	0.115	0.045	0.023	0.146	0.023	0.001	0.107	0.023	0.040
带货口碑	0.064	0.003	0.386	0.044	0.013	0.562	0.054	0.011	0.414
信息量	0.054	0.012	0.043	0.042	0.004	0.059	0.057	0.004	0.042
商品价格	-0.122	0.076	0.013	-0.136	0.068	0.020	-0.147	0.071	0.017
礼物价值	0.036	0.017	0.062	0.031	0.014	0.066	0.027	0.014	0.055
关系型社交互动	0.246	0.045	0.000	0.268	0.023	0.000	0.236	0.032	0.000

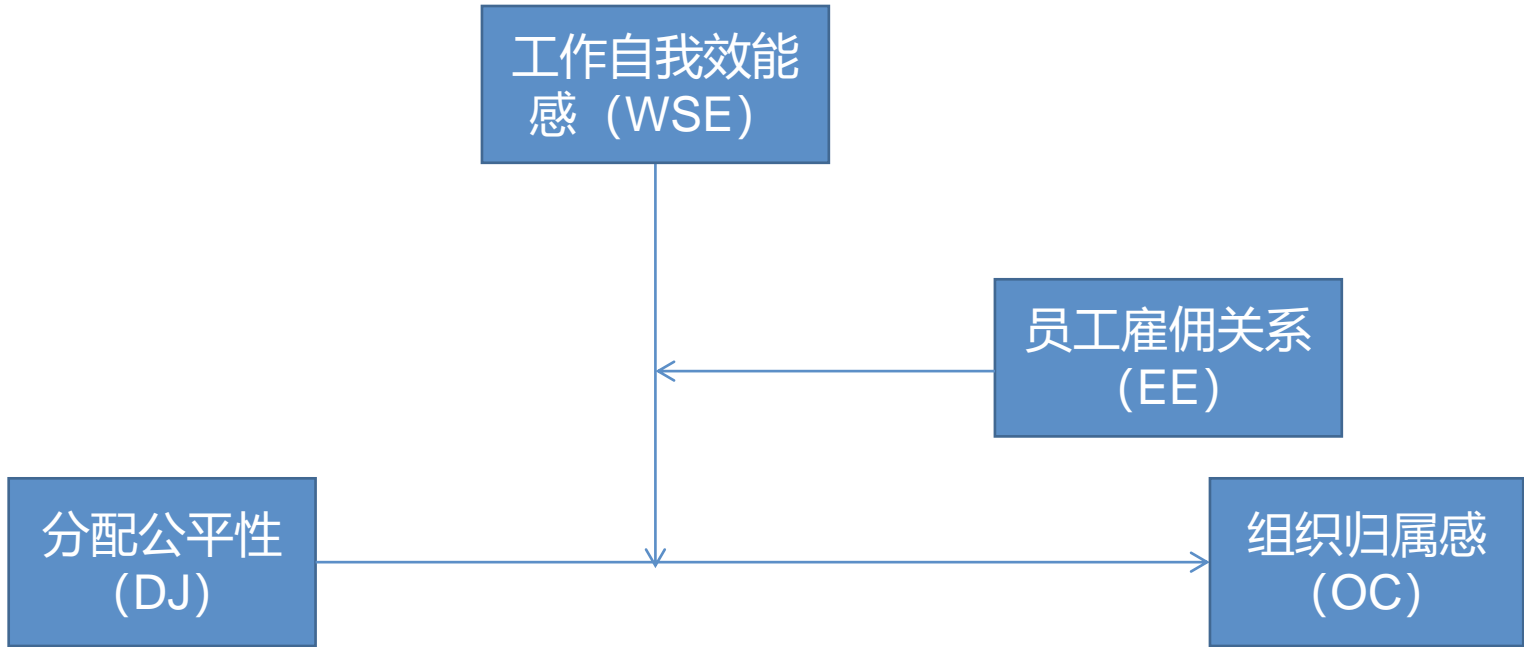
10

关系型社交互动 <sup>2</sup>	-0.016	0.001	0.000	-0.037	0.002	0.000	-0.033	0.001	0.000
关联度				0.103	0.038	0.000			
关联度×关系型社交互动				-0.094	0.017	0.013			
关联度×关系型社交互动 <sup>2</sup>				0.027	0.008	0.018			
主播影响力							0.085	0.017	0.000
主播影响力×关系型社交互动							-0.061	0.011	0.018
主播影响力×关系型社交互动 <sup>2</sup>							0.024	0.002	0.025



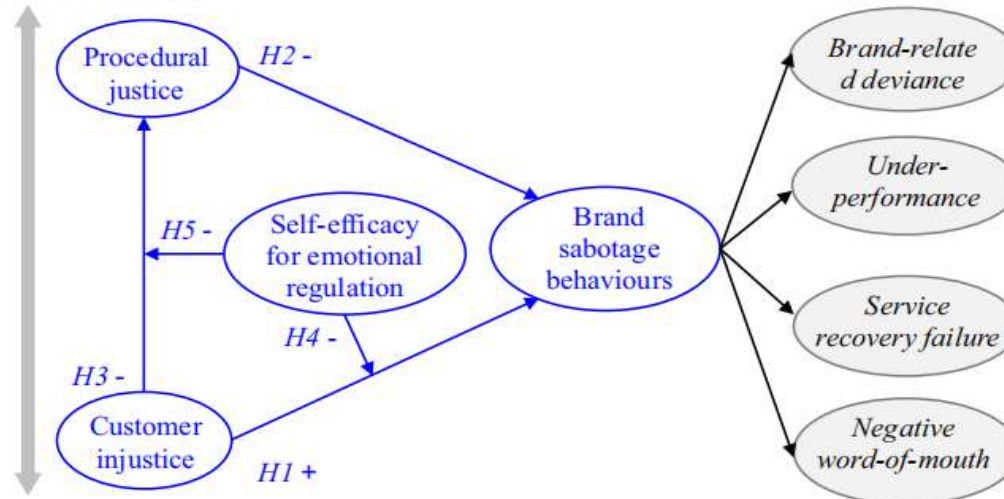
# 练习多元回归分析检验调节效应 (data 1)







internal interaction



external interaction

B. Test results of moderating effect (*H4* and *H5*)

Outcome variable: brand sabotage behaviour	coefficient	<i>t</i>	LLCI	ULCI
Constant	2.008***	3.524	0.888	3.128
Customer injustice	0.747**	3.258	0.297	1.198
Perceived procedural justice	-0.271***	-7.339	-0.344	-0.198
Self-efficacy for emotional regulation	0.169	1.726	-0.023	0.362
Interaction coefficient	-0.088*	-1.992	-0.174	-0.001

$R^2 = 0.200$

$F = 29.572$

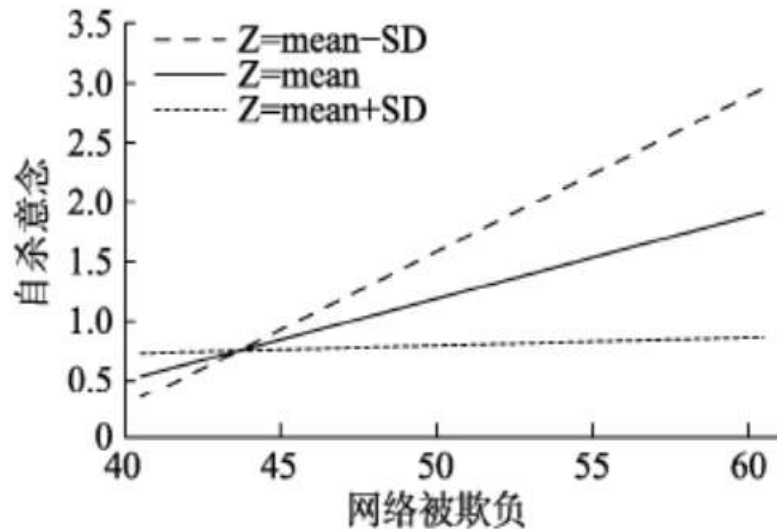
Outcome variable: perceived procedural justice	coefficient	<i>t</i>	LLCI	ULCI
Constant	6.823***	10.717	5.572	8.074
Customer injustice	-1.078***	-3.832	-1.631	-0.525
Self-efficacy for emotional regulation	-0.106	-0.872	-0.346	0.133
Interaction coefficient	0.111*	2.042	0.004	0.218

$R^2 = 0.119$

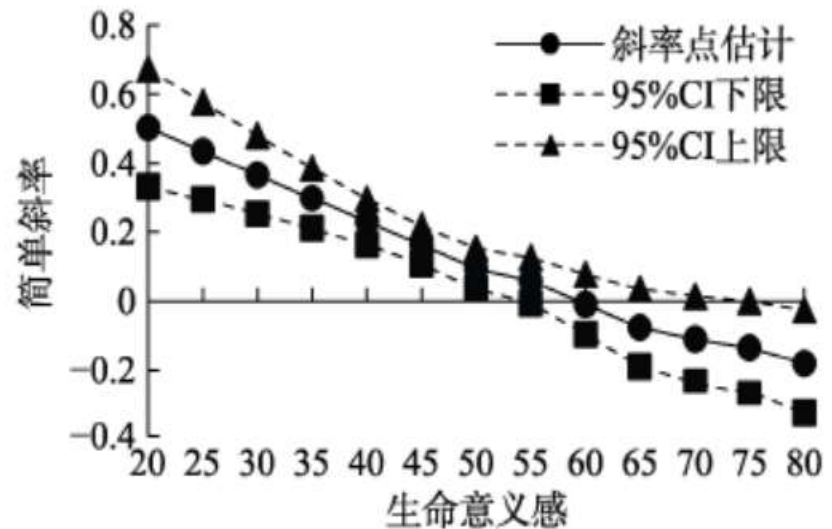
$F = 21.330$



# 调节作用的检验方法——简单斜率分析



(a) 调节效应示意图



(b) 简单斜率图

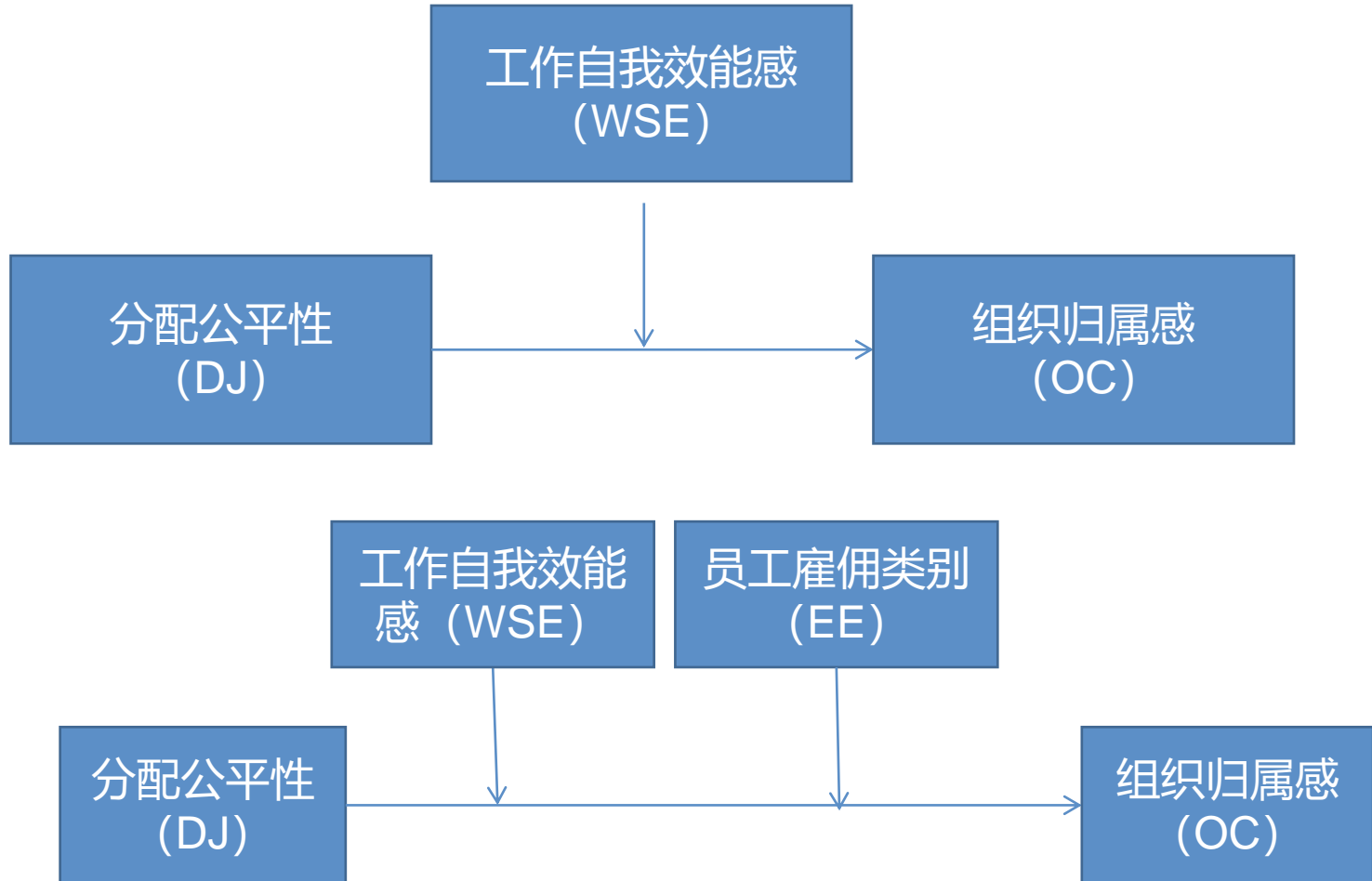
简单斜率零假设为 $H_0 = \beta_1 + \beta_3 z = 0$

**选点法:** X与Y之间关系如何随调节变量的变化而变化,但不能看出简单斜率 $\beta_1 + \beta_3 z$ 是否显著。

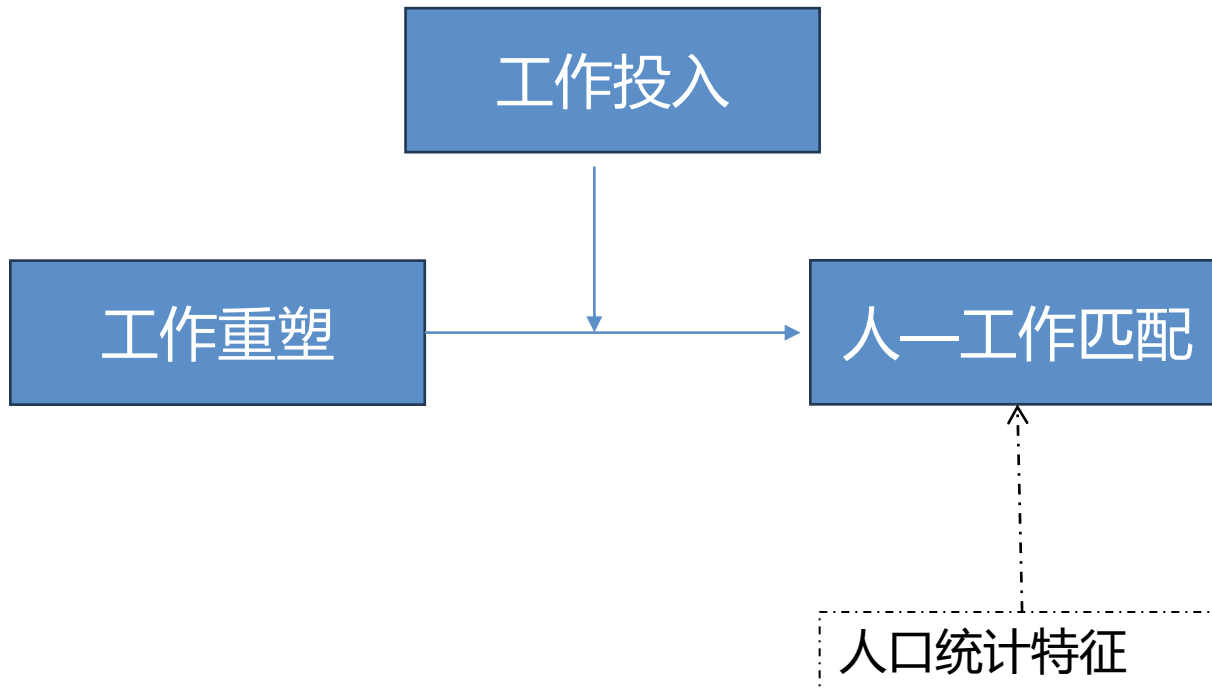
**J-N法:** 反映了简单斜率 $\beta_1 + \beta_3 z$ 如何随Z的变化而变化, 看出显著的取值范围



# 调节效应检验练习 data 1 process



# 练习检验调节效应 (data 4)



- 1、检验交互项显著性
- 2、作出W对X与Y关系的调节效应图 (两点法)
- 3、作出简单斜率显著的调节变量取值范围图 (J-N图)



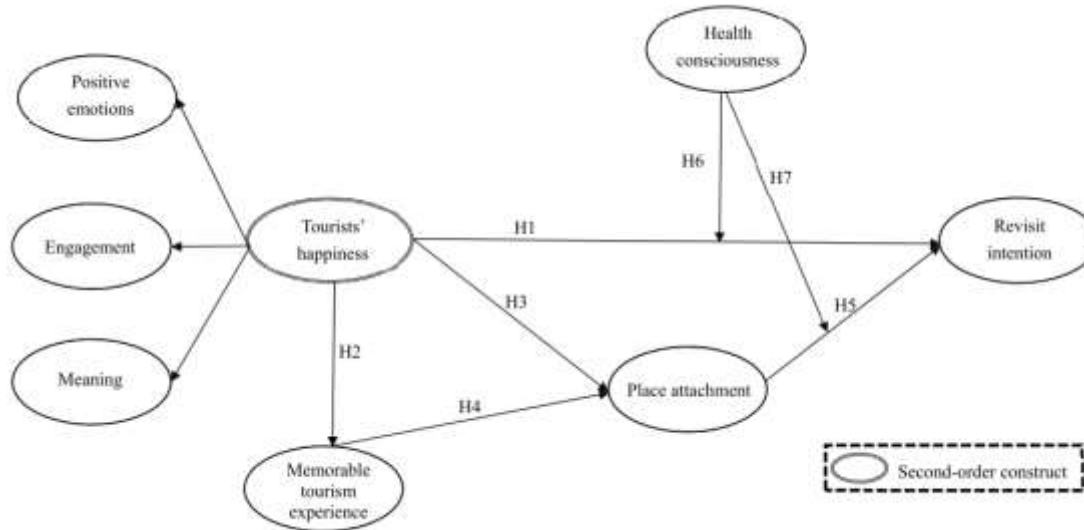
# 调节作用的检验方法

## 关于调节作用的拓展

- ◆ 潜变量的调节（交互）效应
- ◆ 跨层次调节（交互）分析
- ◆ 潜增长模型中的交互效应
- ◆ 中介效应和调节效应的混合模型



# 潜变量调节效应 结构方程模型分析



Peng et al. (2022)  
<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2022.104647>

**Table 9**  
 Results of the moderating effect test.

Fig. 1. Research framework.

Paths	Model 1	Model 2a/Model 2 b
Age → Revisit intention	0.006 (0.104)	0.006 (0.113)/0.032 (0.840)
Travel companion → Revisit intention	-0.064 (-0.706)	-0.065 (-0.720)/-0.068 (-0.937)
Number of visits → Revisit intention	0.139** (3.485)	0.145** (3.635)/0.190** (5.689)
Tourists' happiness → Revisit intention	0.321** (2.897)	0.342** (3.080)/0.075 (0.601)
Tourists' happiness → MTE	0.832** (7.585)	0.830** (7.599)/1.020** (10.079)
Tourists' happiness → Place attachment	0.509** (4.701)	0.506** (4.692)/0.722** (5.751)
MTE → Place attachment	0.436** (5.886)	0.436** (5.896)/0.300** (3.585)
Place attachment → Revisit intention	0.680** (8.066)	0.645** (7.723)/0.697** (7.069)
Health consciousness → Revisit intention	0.145** (3.038)	0.161** (3.360)/0.017 (0.429)
Tourists' happiness × Health consciousness → Revisit intention (H6 is supported)	0.162* (2.498)	
Place attachment × Health consciousness → Revisit intention (H7 is supported)		0.091* (2.593)/0.163** (3.120)
R <sup>2</sup> (Revisit intention)	0.621	0.606/0.607

Note: a. \*\*p < 0.01, \*p < 0.05.

b. Models 1 and 2 are used to test H6 and H7, respectively.

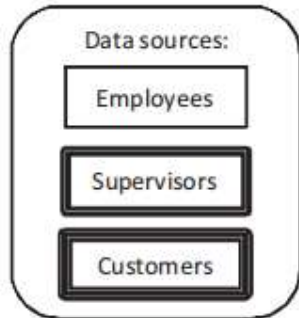
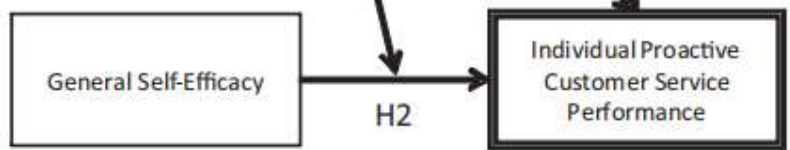
c. The values outside and inside the parentheses are the unstandardized path coefficients and the t values, respectively.

d. Statistics of the Shennong Museum sample are after the slash.

Establishment Level



Employee Level

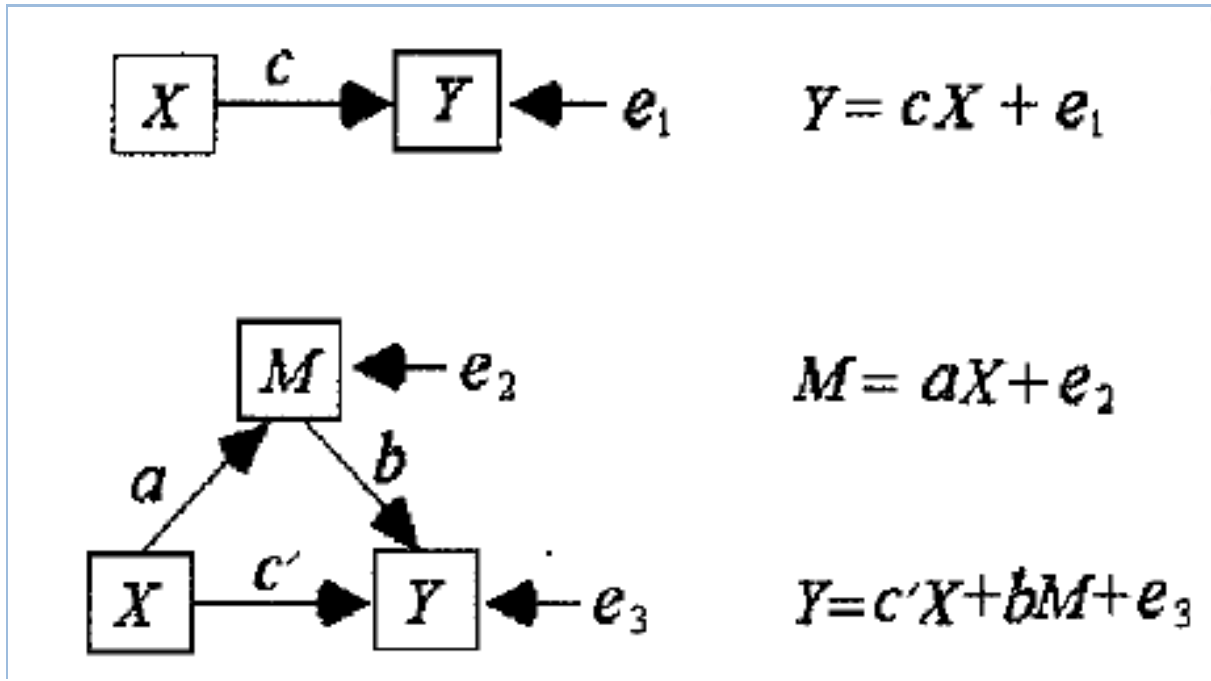


# 跨层次调节效应 多层次分析



# 中介变量的原理和理论意义

## 中介变量的定义



效应之间的关系:  $c = c' + ab$

**直接效应、间接效应、中介效应、总效应?**



# 中介变量的原理和理论意义

## 中介变量在研究中的作用

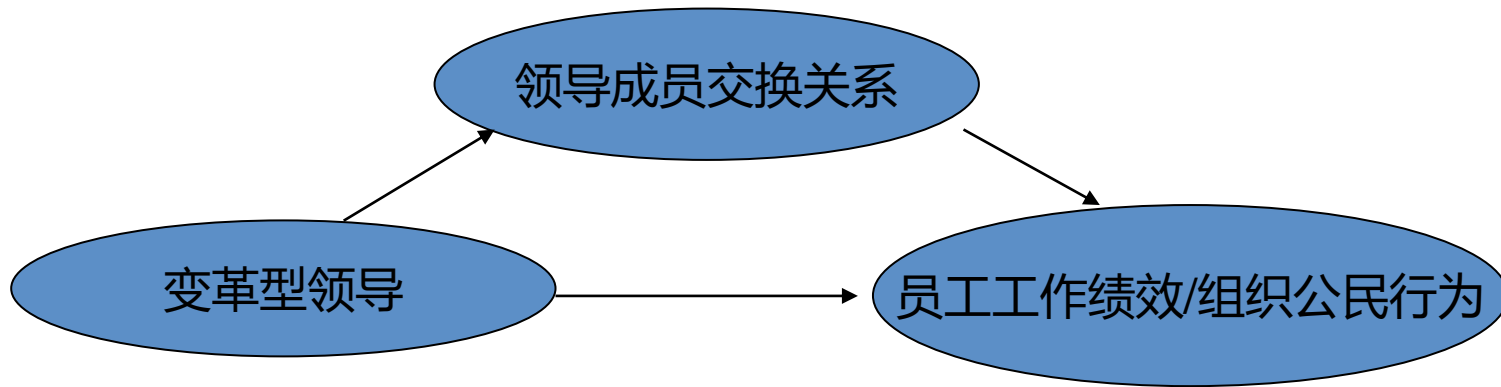
### ◆ 中介变量的理论意义

◆ 在已知某些关系的基础上，探索这个关系产生的内部作用机制

- (1) 整合已有的研究或理论
- (2) 解释关系背后的作用机制



# 中介变量的原理和理论意义





# 中介变量的原理和理论意义

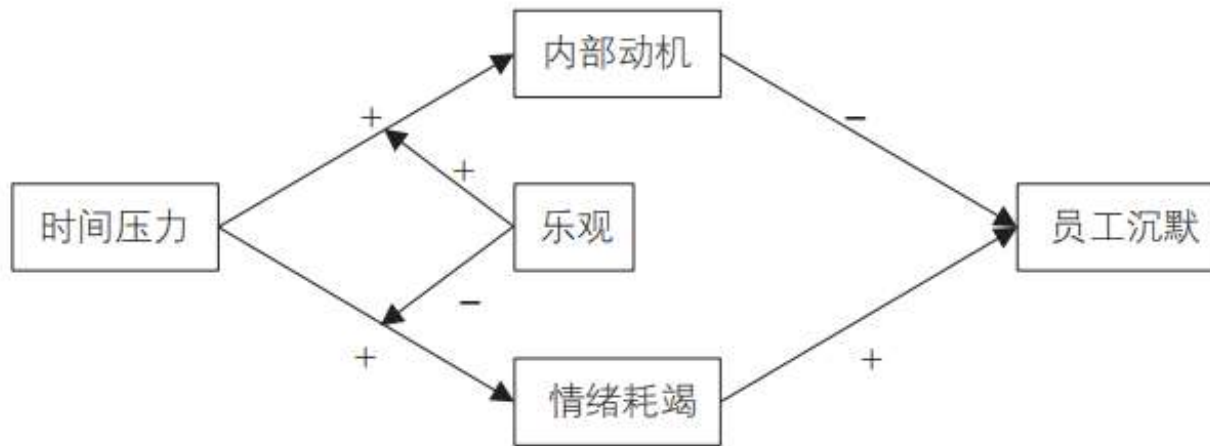


图1 研究模型

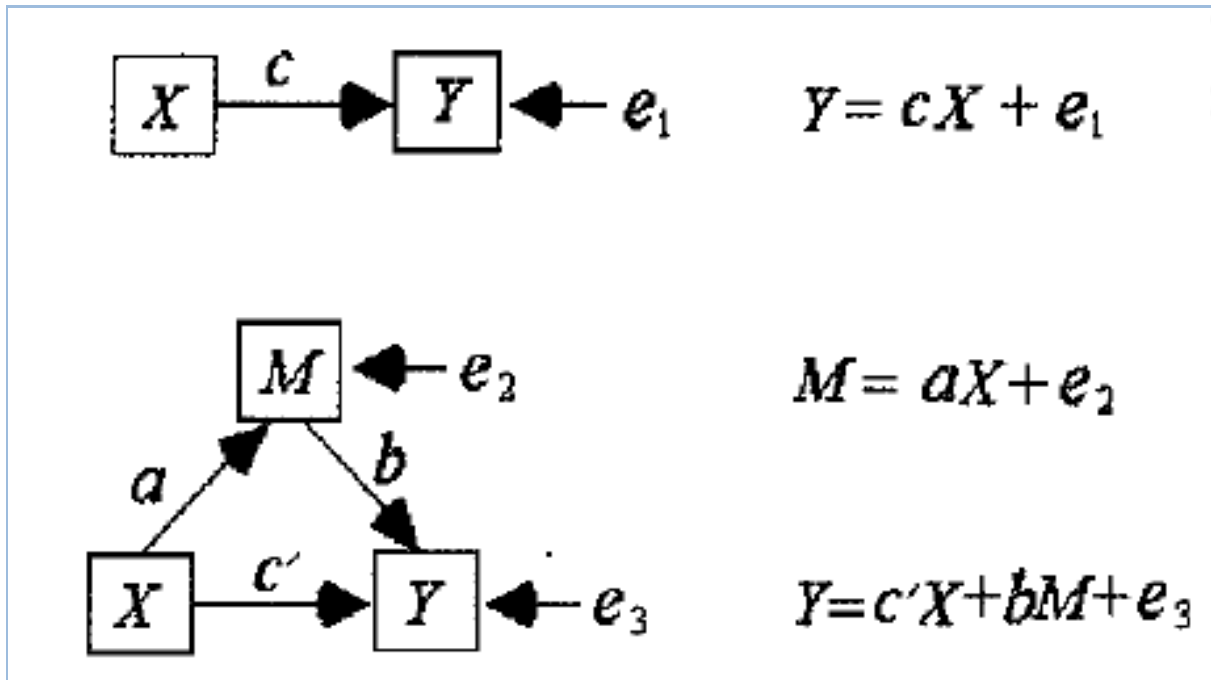
时间压力作为一种挑战性压力源，能满足员工对于胜任、自主和关系的基本心理需求，进而激发员工的内部动机。

时间压力作为员工感知到的一种角色负荷会直接影响他们的情绪，这些影响的不断积累将进一步诱发情绪耗竭



# 中介变量的原理和理论意义

## 中介变量的定义



效应之间的关系:  $c = c' + ab$

## 如何提出假设



# 中介作用的检验方法

■ 依次检验 (Judd & Kenny, 1981; Baron & Kenny, 1986)

(1) 系数  $c$  显著; (2) 系数  $a$  显著; (3) 系数  $b$  显著。

完全中介过程还要加上:

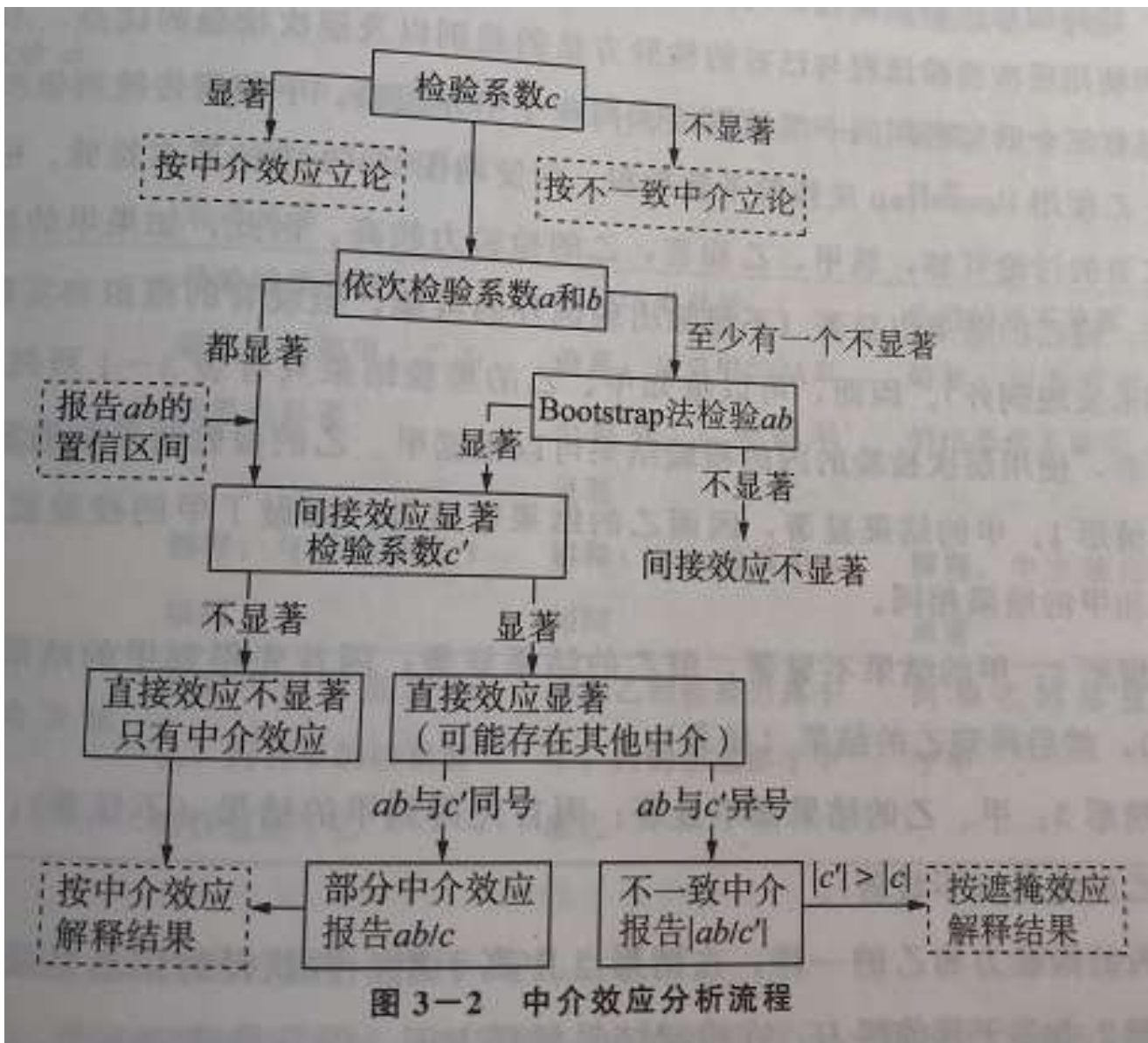
(4)  $c$  显著但  $c'$  不显著。

■ 检验  $ab=0$  (如 Sobel, 1982, 1988; MacKinnon, Lockwood & Hoffman, 1998)

■ 检验  $c-c'=0$  (如 Clogg, Petkova & Shihadeh, 1992; Freedman & Schatzkin, 1992)



# 中介作用的检验方法





# 中介作用的检验方法

表 3 直接效应与中介效应的层次回归分析

变量	心理授权				组织公民行为		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6	模型 7
控制变量							
性别	-0.103	-0.050	0.009	-0.074	-0.014	-0.010	0.019
与领导相处时间	-0.036	-0.065	0.050	0.049	0.070	-0.004	0.042
自变量							
亲和型幽默	0.254**			0.421**	0.273**		
攻击型幽默		-0.336**				-0.404**	-0.208**
中介变量							
心理授权			0.651**		0.581**		0.584**
$R^2$	0.079	0.123	0.425	0.183	0.495	0.162	0.462
$\Delta R^2$	0.064	0.108	0.419	0.177	0.312	0.156	0.300
$F$	16.150**	28.400**	168.406**	49.910**	141.946**	43.038**	128.112**

表 3 链式中介效应检验

路径	效应值	相对中介效应量	95% CI	
			下限	上限
社会隔离→孤独感→认知功能	-0.01	-	-0.01	.01
社会隔离→抑郁→认知功能	-0.03	75%	-0.03	-0.02
社会隔离→孤独感→抑郁→认知功能	-0.01	25%	-0.02	-0.01
总的中介效应	-0.04	-	-0.04	-0.03



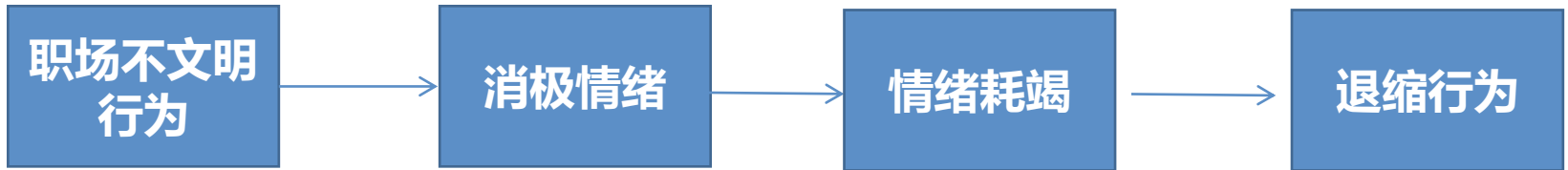
# 中介效应检验练习

Data 2

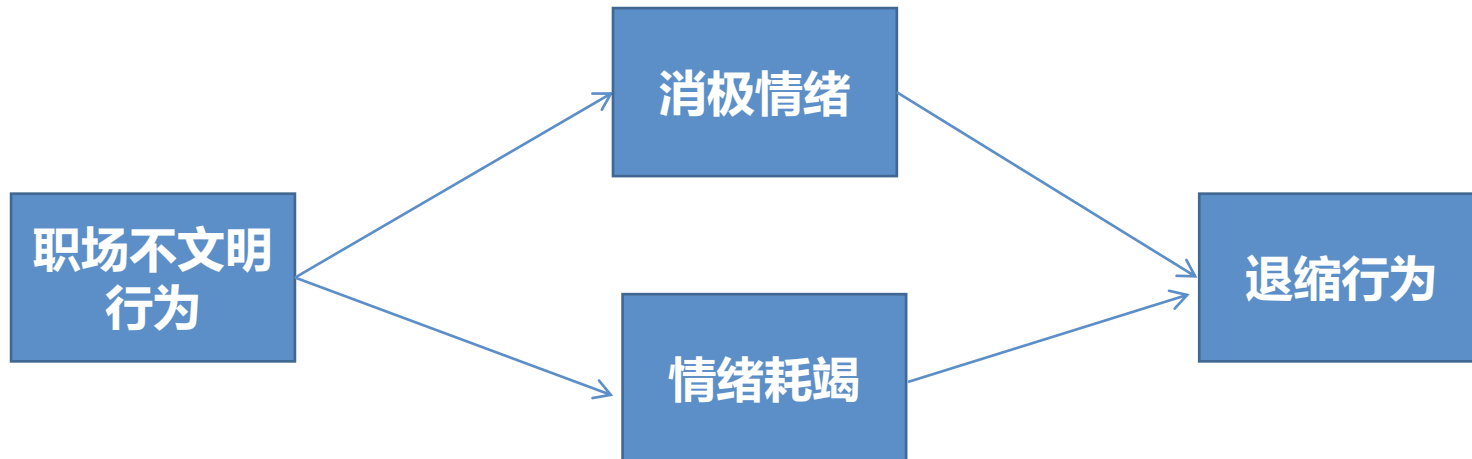
M1



M2



M3





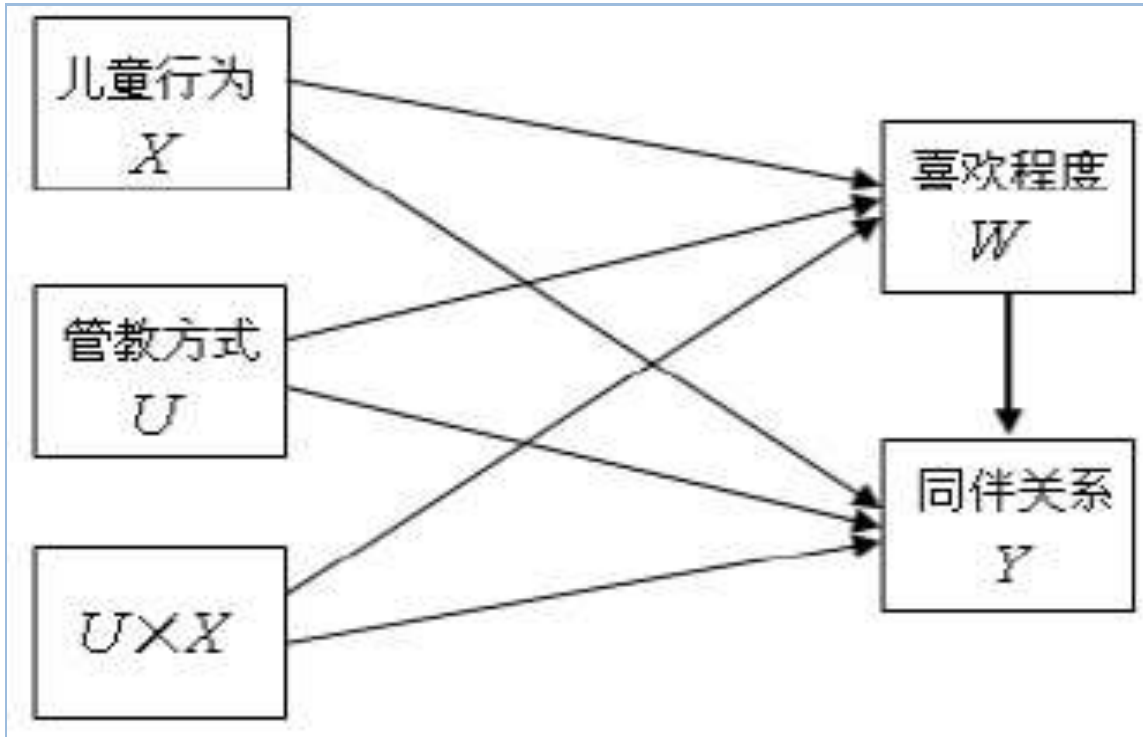
# 中介变量的原理和检验方法

## 关于中介作用的拓展

- ◆ 潜变量的中介效应
- ◆ 多重中介分析
- ◆ 跨层次中介分析
- ◆ 中介效应和调节效应的混合模型
- ◆ Bootstrap方法构造中介效应的置信空间
- ◆ 时间滞后模型



# 有中介的调节模型

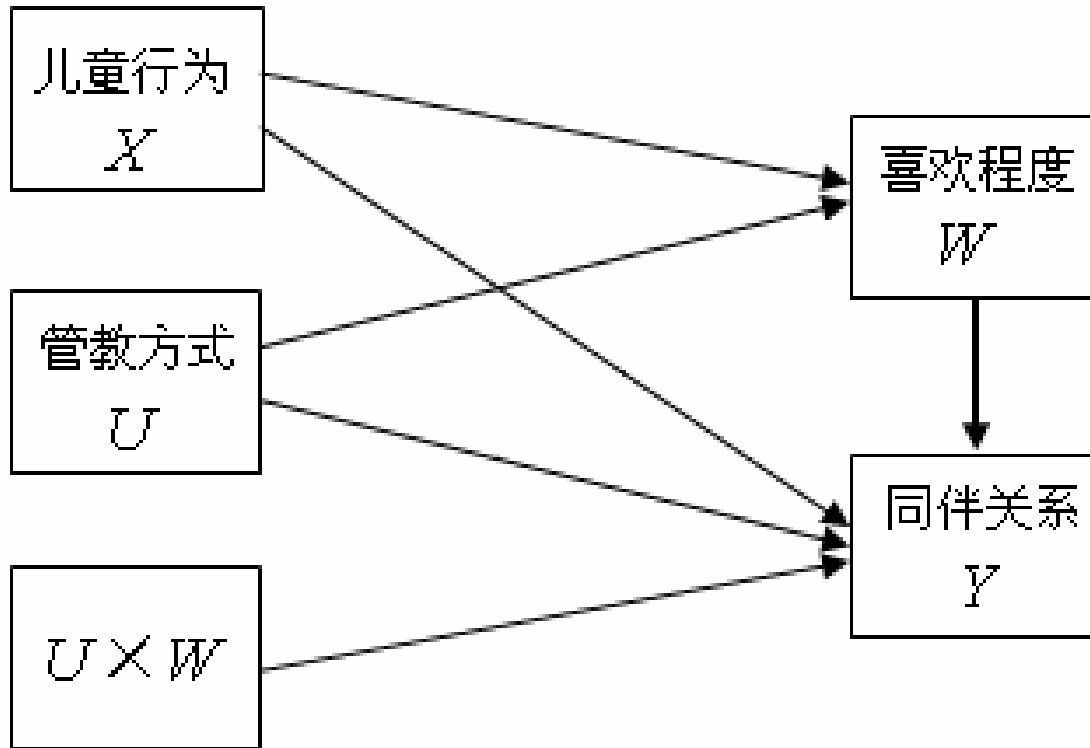


1. 做  $Y$ 对 $X$ 、 $U$ 和 $UX$ 的回归， $UX$ 的系数显著；
2. 做  $W$ 对 $X$ 、 $U$ 和 $UX$ 的回归， $UX$ 的系数显著；
3. 做  $Y$ 对 $X$ 、 $U$ 、 $UX$ 和 $W$ 的回归， $W$ 的系数显著。

如果在第 (3) 步中， $UX$ 的系数不显著，则 $U$ 的调节效应完全通过中介变量 $W$ 而起作用。



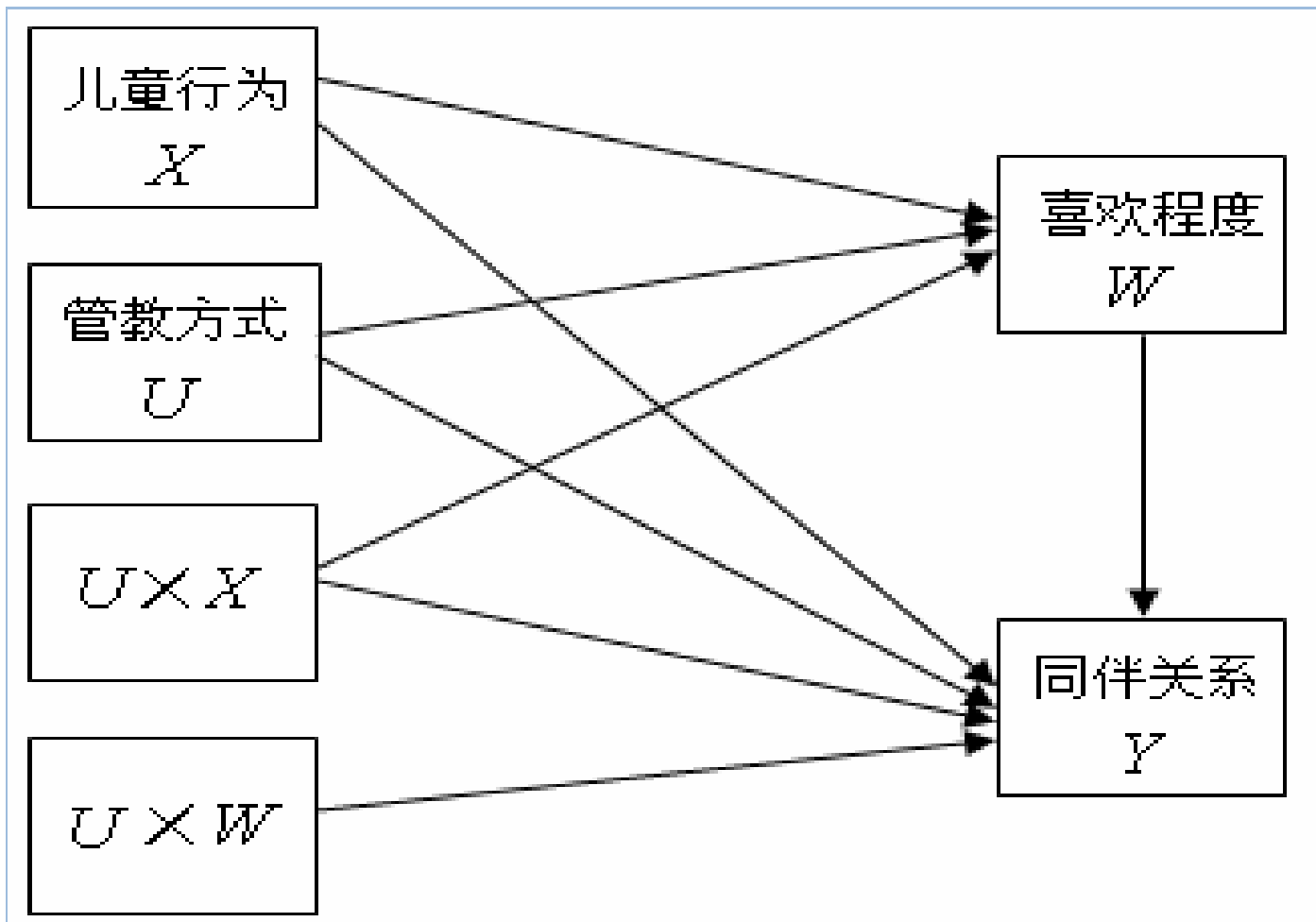
# 有调节的中介模型



1. 做  $Y$ 对 $X$ 和 $U$ 的回归， $X$ 的系数显著；
2. 做  $W$ 对 $X$ 和 $U$ 的回归， $X$ 的系数显著；
3. 做  $Y$ 对 $X$ 、 $U$ 和 $W$ 的回归， $W$ 的系数显著； 到此为止说明  $W$ 的中介效应显著。
4. 做  $Y$ 对 $X$ 、 $U$ 、 $W$ 和 $UW$ 的回归， $W$ 和 $UW$ 的系数都显著

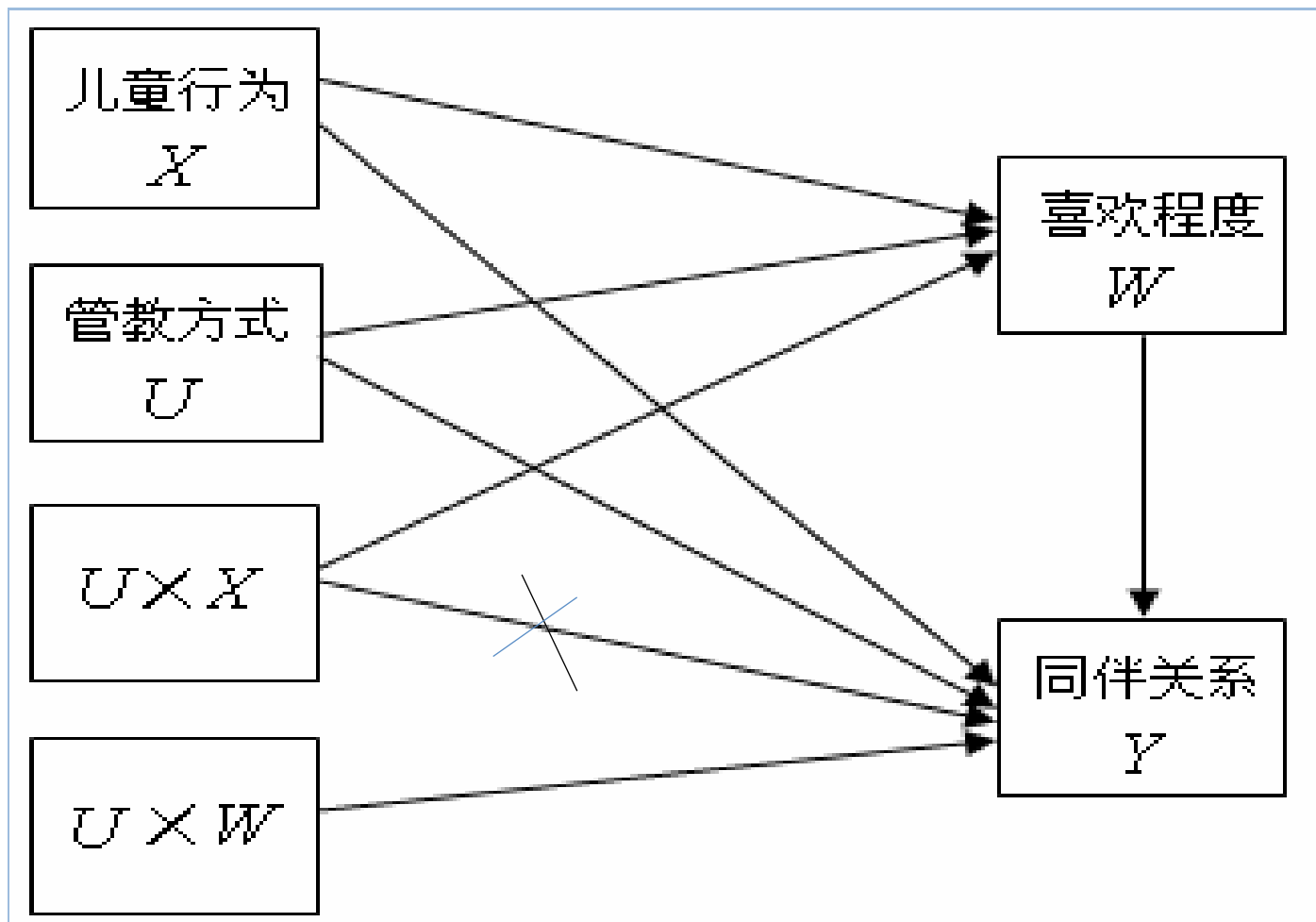


# 混合模型



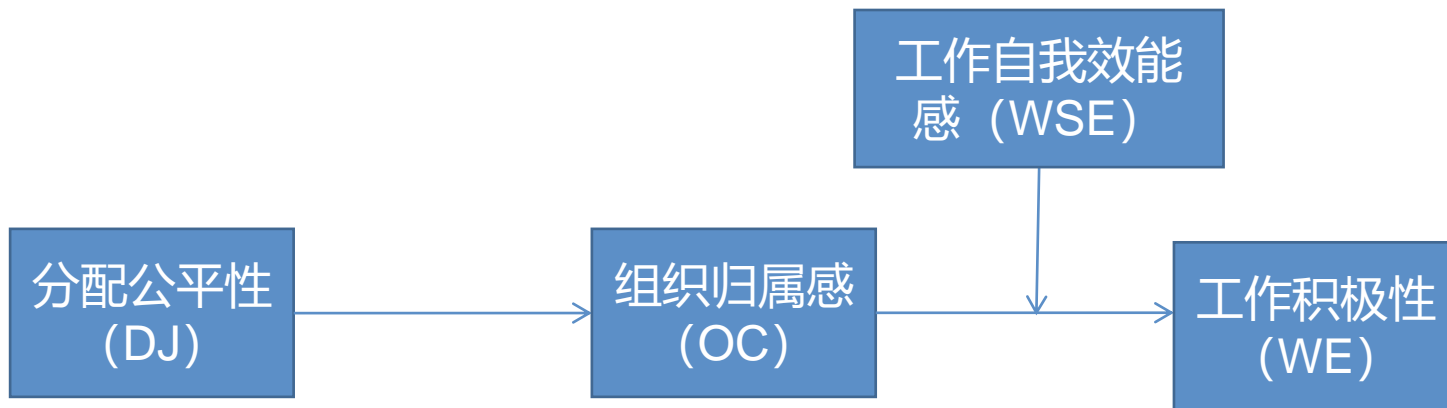
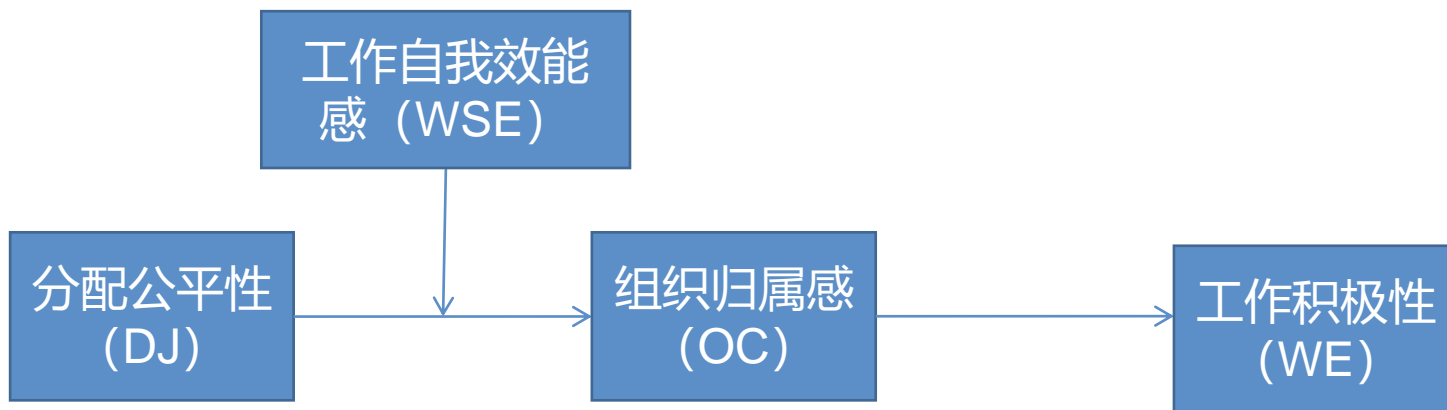


# 混合模型



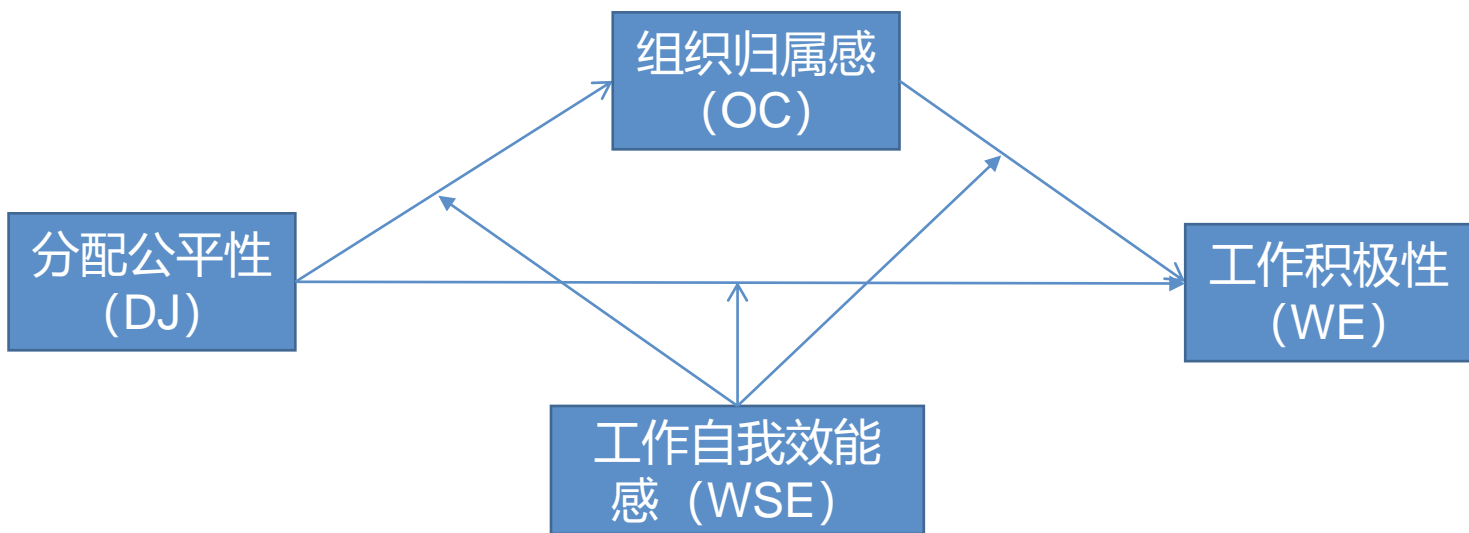
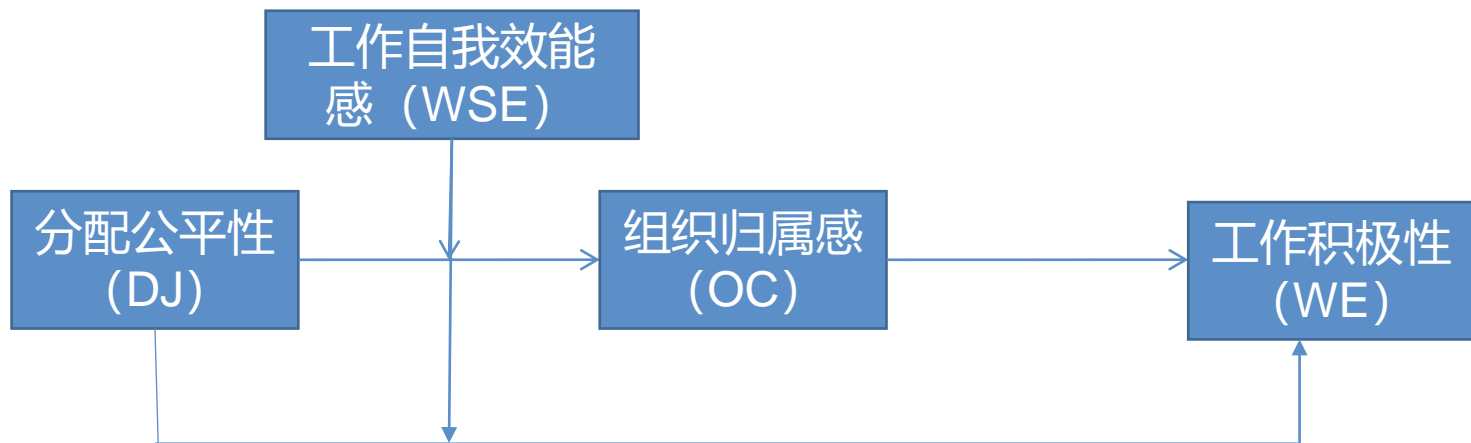


# 简单模型的中介效应检验练习



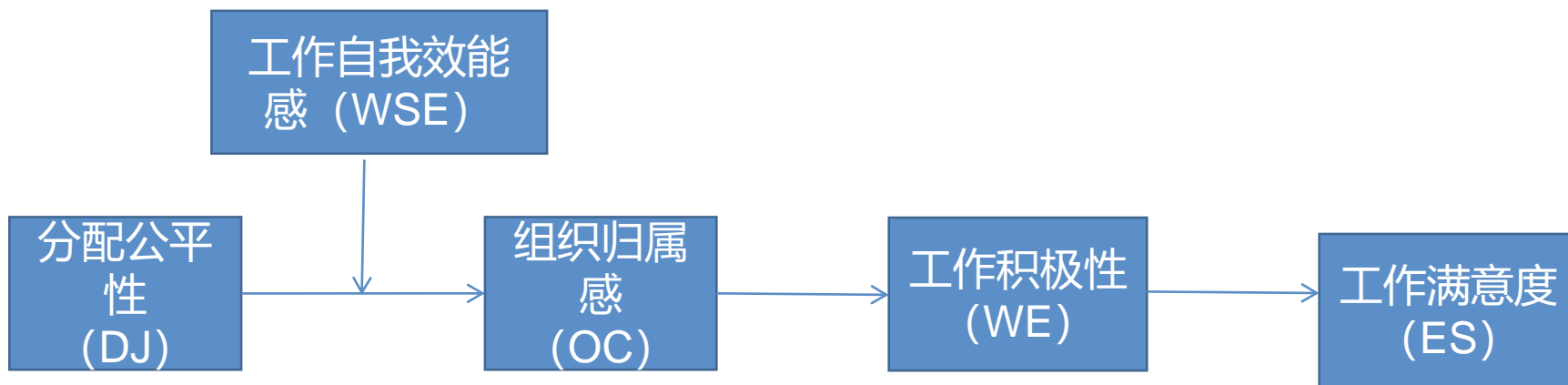
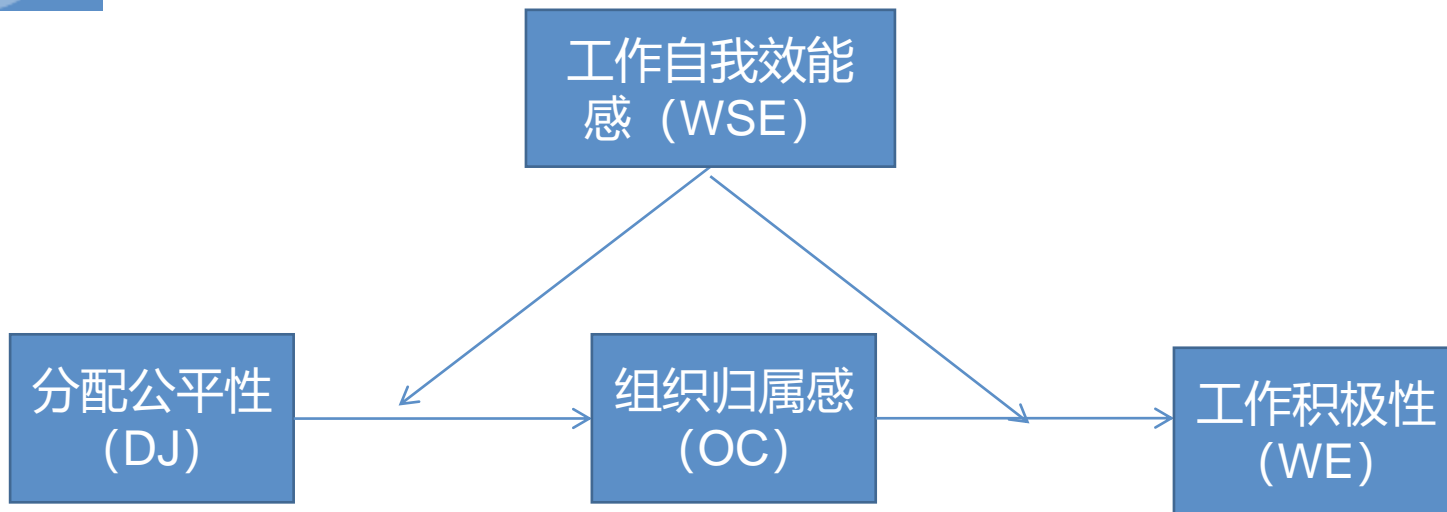


# 简单模型的中介效应检验练习





# 简单模型的中介效应检验练习





# 中介变量和调节变量的比较

	调节变量 $M$	中介变量 $M$
研究目的	$X$ 何时影响 $Y$ 或何时影响较大	$X$ 如何影响 $Y$
关联概念	调节效应、交互效应	中介效应、间接效应
什么情况下考虑	$X$ 对 $Y$ 的影响时强时弱	$X$ 对 $Y$ 的影响较强且稳定
典型模型	$Y = aM + bM + cXM + e$	$M = aX + e_2$ $Y = c'X + bM + e_3$
模型中 $M$ 的位置	$X, M$ 在 $Y$ 前面, $M$ 可以在 $X$ 前面	$M$ 在 $X$ 之后、 $Y$ 之前
$M$ 的功能	影响 $Y$ 和 $X$ 之间关系的方向 (正或负)和强弱	代表一种机制, $X$ 通过它影响 $Y$
$M$ 与 $X, Y$ 的关系	$M$ 与 $X, Y$ 的相关可以显著或不显著 (后者较理想)	$M$ 与 $X, Y$ 的相关都显著
效应	回归系数 $c$	回归系数乘积 $ab$
效应估计	$c$	$a b$
效应检验	$c$ 是否等于零	$ab$ 是否等于零
检验策略	做层次回归分析, 检验偏回归系数 $c$ 的显著性 ( $t$ 检验); 或者检验测定系数的变化 ( $F$ 检验)	做依次检验, 必要时做 Sobel检验 <sup>[18]</sup>



廣東工業大學  
Guangdong University of Technology

请各位批评指正！  
谢谢大家！