



2018-2019-1 博士论坛

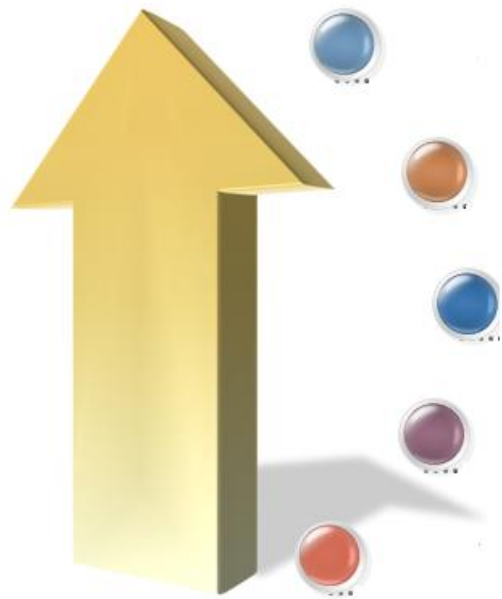
# 心理学定量研究中 结构方程模型（SEM）的运用初探

孙连荣

2018.10.24



# SEM运用初探



**SEM概貌**

**SEM的原理**

**使用过程示例**

**一个小练习**

# SEM概貌



结构方程模型

进入词条



专家  
贡献

## 结构方程模型（社会科学方法）

编辑

★ 收藏 | 343 | 24

本词条由“科普中国”百科科学词条编写与应用工作项目 审核。

结构方程模型是基于变量的协方差矩阵来分析变量之间关系的一种统计方法，是多元数据分析的重要工具。

|     |                           |     |              |
|-----|---------------------------|-----|--------------|
| 中文名 | 结构方程模型                    | 学 科 | 数学           |
| 外文名 | Structural Equation Model | 隶 属 | 科学           |
| 简 写 | SEM                       | 应 用 | 验证模型、选择模型分析等 |

目录

- 1 基本内容
- 2 特点
- 3 比较

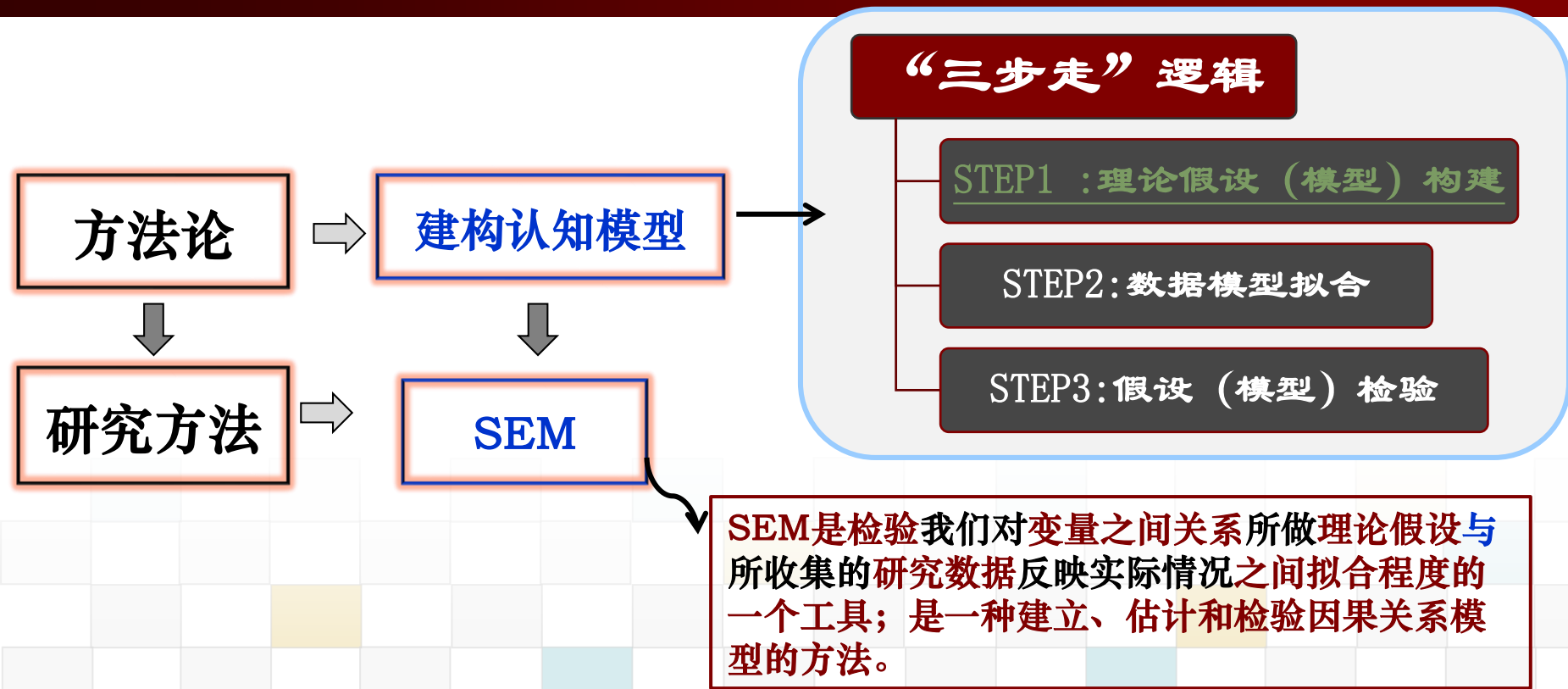
### 4 数据

- 样本大小
- 指标数目
- 数据类型

- 数据正态性
- 5 应用



# SEM的原理





# 想知道：超市形象、质量期望、质量感知、感知价值对顾客满意、顾客抱怨、顾客忠诚有怎样的影响？

例：

(Eugene W. Anderson &  
Claes Fornell, 2000;  
殷荣伍, 2000)

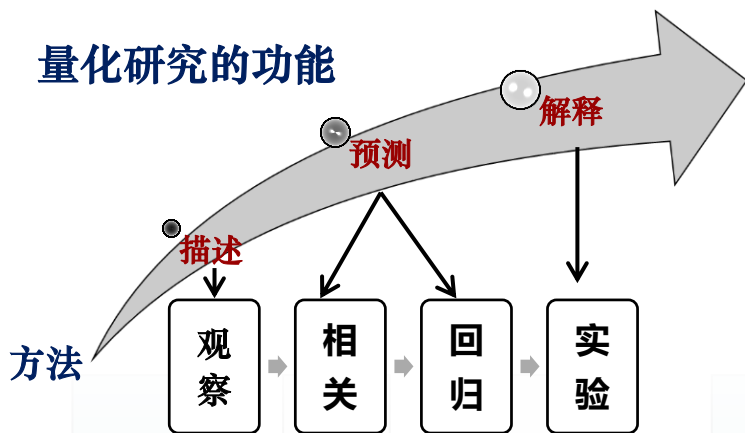
表 7-1

设计的结构路径图和基本路径假设

| 设计的结构路径图                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 基本路径假设                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <pre>graph TD; SI((超市形象)) --&gt; QE((质量期望)); SI --&gt; QP((质量感知)); SI --&gt; PV((感知价值)); SI --&gt; CS((顾客满意)); SI --&gt; CB((顾客抱怨)); SI --&gt; CL((顾客忠诚)); QE --&gt; QP; QE --&gt; PV; QE --&gt; CS; QE --&gt; CB; QE --&gt; CL; QP --&gt; PV; QP --&gt; CS; QP --&gt; CB; QP --&gt; CL; PV --&gt; CS; PV --&gt; CB; PV --&gt; CL; CS --&gt; CB; CS --&gt; CL; CB --&gt; CL;</pre> | <ul style="list-style-type: none"><li>➢ 超市形象对质量期望有路径影响</li><li>➢ 质量期望对质量感知有路径影响</li><li>➢ 质量感知对感知价格有路径影响</li><li>➢ 质量期望对感知价格有路径影响</li><li>➢ 感知价格对顾客满意有路径影响</li><li>➢ 顾客满意对顾客忠诚有路径影响</li><li>➢ 超市形象对顾客满意有路径影响</li><li>➢ 超市形象对顾客忠诚有路径影响</li></ul> |



## SEM的优势何在？



### 遗留问题:

- 1 如果结果变量（因变量）
- 2 变量本身的误差一直存在，怎
- 3 没法应对人文社会科学常需探讨潜变量之间关系的问题，怎么办？

*SEM fixed all!*

?



# 使用过程示例

- 研究主题：民办高校教师工作满意度的核心影响因素及机制检测 (2016年度教育工会理论 research 项目选题)
  - 相关联的问题：

哪些方面？

的因素都有什么？

什么？

- 研究过程示范



## • 研究过程示范

- 理论假设模型构建
- 数据模型估计
- 模型检验
- 模型评价与修正

**逻辑依据：建构认知模型的思路**

**实现工具：SPSS / AMOS**



SPSS

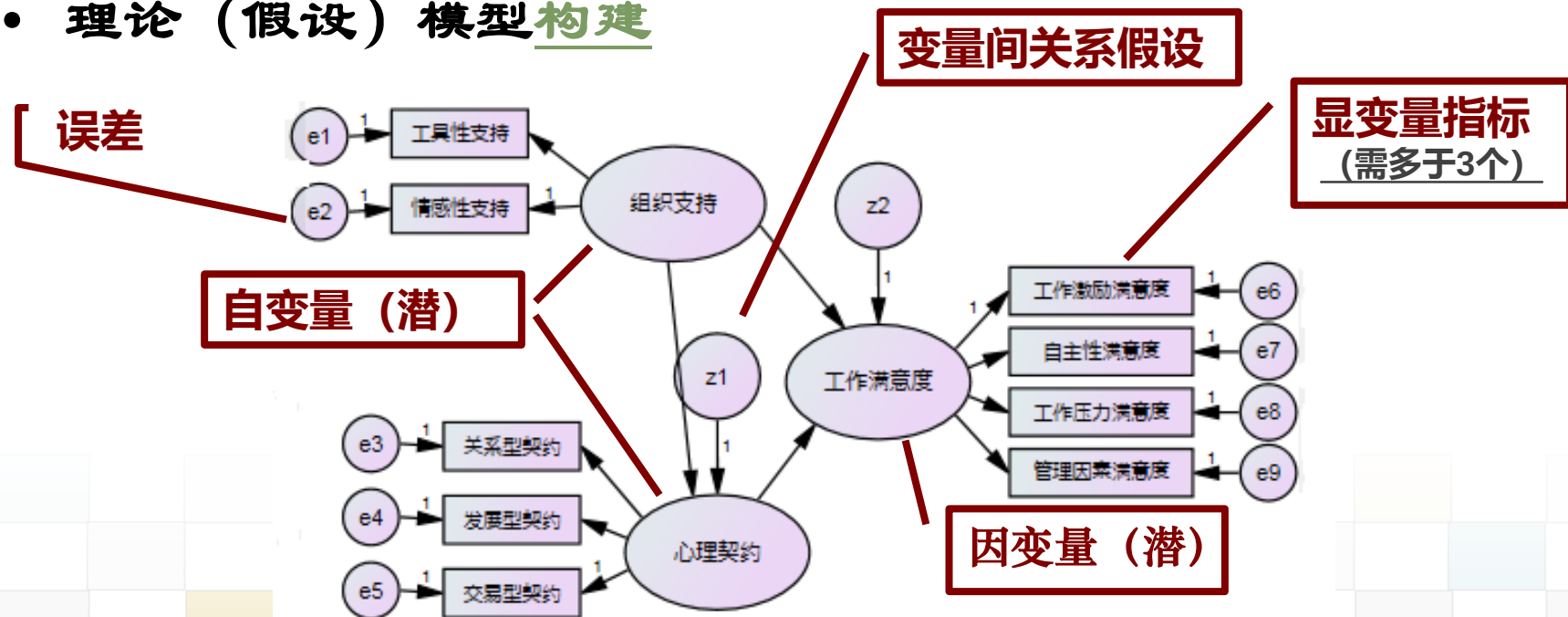


Amos1





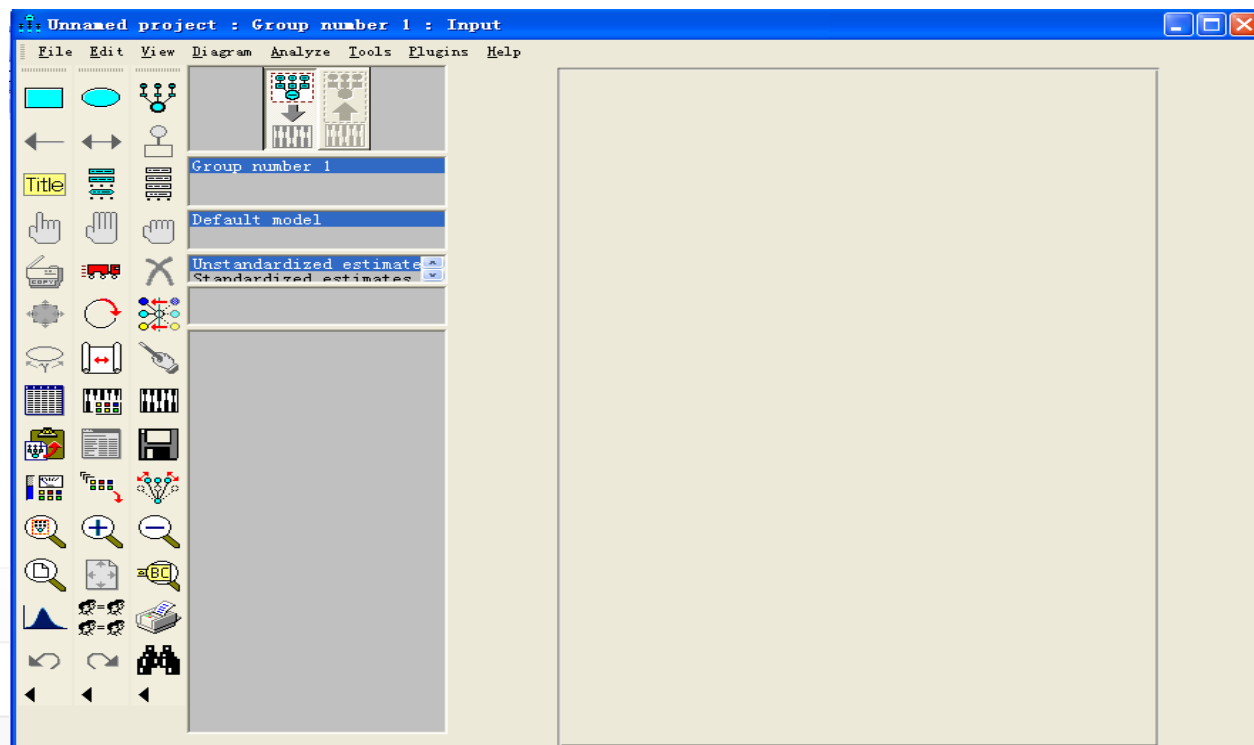
## • 理论（假设）模型构建



观测变量（指标）与潜变量（因子）



## AMOS图例





## 数据模型估计

Maximum likelihood

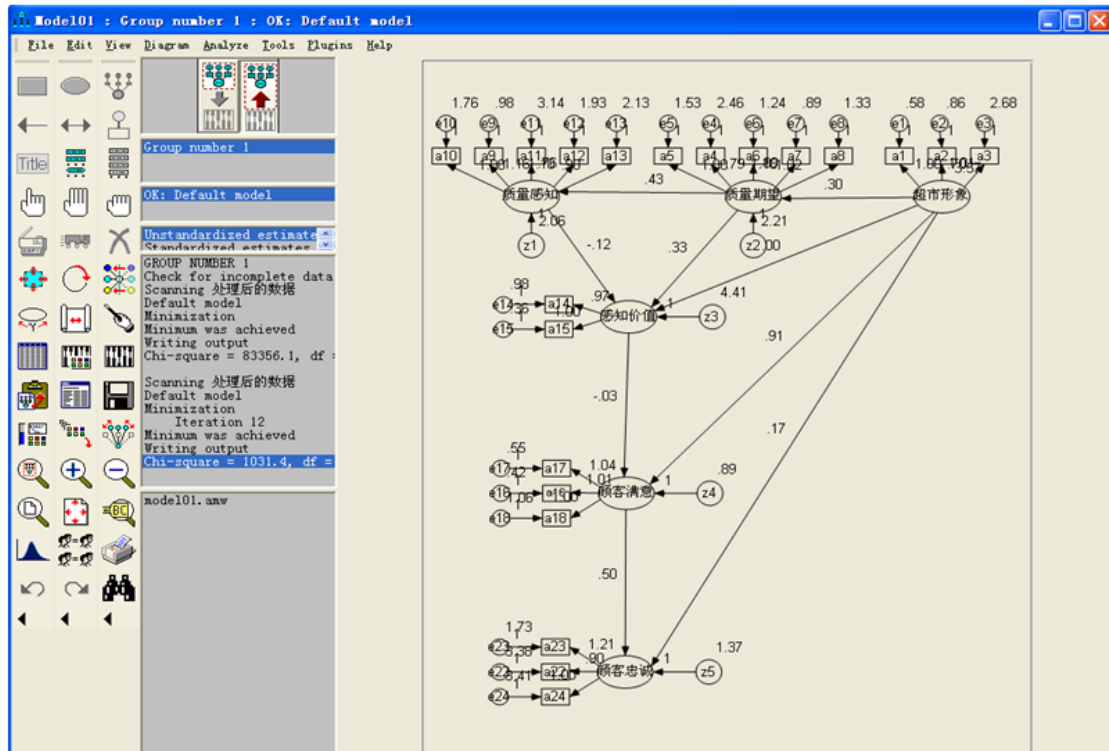


图 7-18 参数估计结果图



## • 数据模型估计

• Maximum likelihood

表 1 假设模型系数估计结果 (Critical Ratio)

|         |      |       | 未标准化<br>路径系数 | C.R.   | P    | 标准化<br>路径系数 |
|---------|------|-------|--------------|--------|------|-------------|
| 心理契约    | <--- | 组织支持  | .951         | 8.850  | ***  | .884        |
| 工作满意度   | <--- | 组织支持  | .833         | 5.325  | ***  | .766        |
| 工作满意度   | <--- | 心理契约  | .241         | 1.782  | .075 | .239        |
| 交易型契约   | <--- | 心理契约  | 1.000        |        |      | .678        |
| 发展型契约   | <--- | 心理契约  | 1.128        | 9.923  | ***  | .877        |
| 关系型契约   | <--- | 心理契约  | 1.013        | 10.140 | ***  | .903        |
| 工作激励满意度 | <--- | 工作满意度 | 1.000        |        |      | .879        |
| 自主性满意度  | <--- | 工作满意度 | .751         | 12.695 | ***  | .779        |
| 工作压力满意度 | <--- | 工作满意度 | .949         | 15.515 | ***  | .866        |
| 管理因素满意度 | <--- | 工作满意度 | .978         | 17.452 | ***  | .914        |
| 情感性支持   | <--- | 组织支持  | 1.000        |        |      | .894        |
| 工具性支持   | <--- | 组织支持  | 1.015        | 14.460 | ***  | .834        |

表 2 假设模型常用拟合指数计算结果

| 拟合指数 | 卡方值(自由度)  | CFI   | NFI   | GFI   | RMSEA | IFI   |
|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 结果   | 78.1 (24) | 0.959 | 0.943 | 0.906 | 0.118 | 0.959 |



## 模型评价标准

| 拟合指数   |               |                    |
|--------|---------------|--------------------|
| 指数名称   |               | 评价标准 <sup>13</sup> |
| 绝对拟合指数 | $\chi^2$ (卡方) | 越小越好               |
|        | GFI           | 大于 0.9             |
|        | RMR           | 小于 0.05, 越小越好      |
|        | SRMR          | 小于 0.05, 越小越好      |
|        | RMSEA         | 小于 0.05, 越小越好      |
| 相对拟合指数 | NFI           | 大于 0.9, 越接近 1 越好   |
|        | TLI           | 大于 0.9, 越接近 1 越好   |
|        | CFI           | 大于 0.9, 越接近 1 越好   |
| 信息指数   | AIC           | 越小越好               |
|        | CAIC          | 越小越好               |

# 理论模型修正

修正指数 (Modification Index)

The screenshot shows the 'Analysis Properties' dialog box with the 'Numerical' tab selected. The 'Modification indices' checkbox is circled in red. The 'Threshold for modification indices' is set to 4.

| Estimation                                               | Numerical                                                   | Bias | Output | Bootstrap | Permutations | Random # | Title |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------|--------|-----------|--------------|----------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Minimization history | <input type="checkbox"/> Indirect, direct & total effects   |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> Standardized estimates          | <input type="checkbox"/> Factor score weights               |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> Squared multiple correlations   | <input type="checkbox"/> Covariances of estimates           |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> Sample moments                  | <input type="checkbox"/> Correlations of estimates          |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> Implied moments                 | <input type="checkbox"/> Critical ratios for differences    |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> All implied moments             | <input type="checkbox"/> Tests for normality and outliers   |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> Residual moments                | <input type="checkbox"/> Observed information matrix        |      |        |           |              |          |       |
| <input checked="" type="checkbox"/> Modification indices | <input type="checkbox"/> Threshold for modification indices |      |        |           |              |          |       |

The screenshot shows the 'Analysis Properties' dialog box with the 'Numerical' tab selected. The 'Critical ratios for differences' checkbox is circled in red. The 'Threshold for modification indices' is set to 4.

| Estimation                                               | Numerical                                                           | Bias | Output | Bootstrap | Permutations | Random # | Title |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------|--------|-----------|--------------|----------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Minimization history | <input type="checkbox"/> Indirect, direct & total effects           |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> Standardized estimates          | <input type="checkbox"/> Factor score weights                       |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> Squared multiple correlations   | <input type="checkbox"/> Covariances of estimates                   |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> Sample moments                  | <input type="checkbox"/> Correlations of estimates                  |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> Implied moments                 | <input checked="" type="checkbox"/> Critical ratios for differences |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> All implied moments             | <input type="checkbox"/> Tests for normality and outliers           |      |        |           |              |          |       |
| <input type="checkbox"/> Residual moments                | <input type="checkbox"/> Observed information matrix                |      |        |           |              |          |       |
| <input checked="" type="checkbox"/> Modification indices | <input type="checkbox"/> Threshold for modification indices         |      |        |           |              |          |       |

临界比率计算



## 理论模型修正

表 2 假设模型常用拟合指数计算结果

| 拟合指数 | 卡方值(自由度)  | CFI   | NFI   | GFI   | RMSEA | IFI   |
|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 结果   | 78.1 (24) | 0.959 | 0.943 | 0.906 | 0.118 | 0.959 |

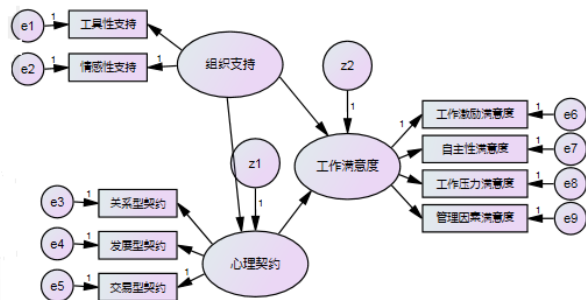
表 3 修正后模型系数估计结果

|         |            | 未标准化<br>路径系数 | C.R.   | P   | 标准化<br>路径系数 |
|---------|------------|--------------|--------|-----|-------------|
| 心理契约    | <--- 组织支持  | .952         | 9.171  | *** | .885        |
| 工作满意度   | <--- 组织支持  | .388         | 2.937  | **  | .984        |
| 交易型契约   | <--- 心理契约  | 1.000        |        |     | .677        |
| 发展型契约   | <--- 心理契约  | 1.134        | 9.971  | *** | .879        |
| 关系型契约   | <--- 心理契约  | 1.016        | 10.175 | *** | .903        |
| 工作激励满意度 | <--- 工作满意度 | 1.000        |        |     | .318        |
| 自主性满意度  | <--- 工作满意度 | 2.069        | 2.922  | **  | .776        |
| 工作压力满意度 | <--- 工作满意度 | 2.635        | 2.949  | **  | .870        |
| 管理因素满意度 | <--- 工作满意度 | 2.756        | 2.958  | **  | .933        |
| 情感性支持   | <--- 组织支持  | 1.000        |        |     | .891        |
| 工具性支持   | <--- 组织支持  | 1.014        | 14.428 | *** | .830        |
| 工作激励满意度 | 心理契约       | .698         | 5.025  | *** | .606        |

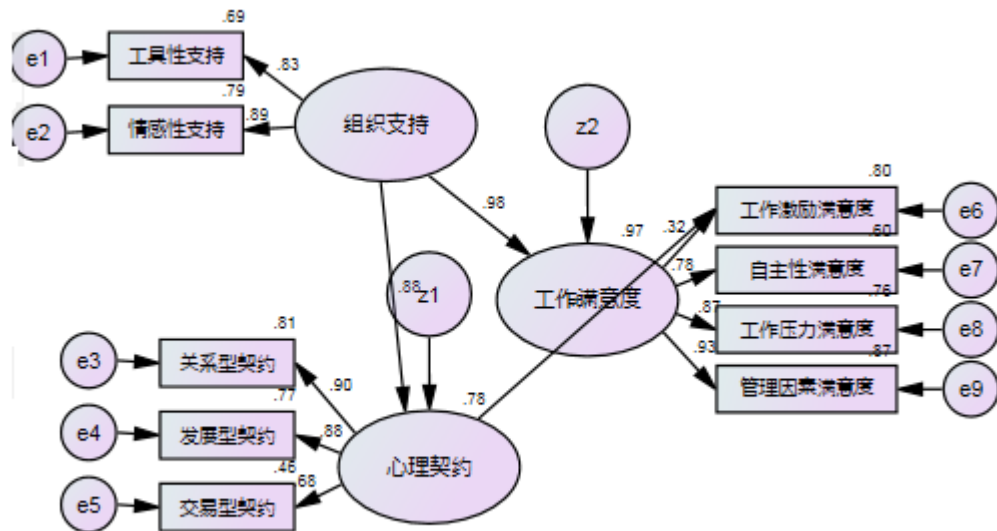
表 4 修正后模型常用拟合指数计算结果

| 拟合指数 | 卡方值(自由度)    | CFI   | NFI  | GFI   | RMSEA | IFI   |
|------|-------------|-------|------|-------|-------|-------|
| 结果   | 51.294 (24) | 0.979 | 0.62 | 0.935 | 0.085 | 0.979 |
|      | 2.164**     |       |      |       |       |       |

## 理论模型修正



初始结构模型



修正后的结构模型





- 几点补充：

- 理论假设模型可以是多个，可依托SEM进行最优模型抉择；
- 实现的工具软件有很多种：Lisrel、Amos、EQS、Mplus，各有优劣，可择优选用；
- 样本量基线为100，越大越好。



## 一个小练习：

- 以“原生家庭对女性婚姻状况的影响机制”为研究主题，模拟如上SEM的使用过程。



敬请指正 谢谢大家!