

结构方程模型 SEM 算法

目录

SPSSAU 数据格式..... 2

计算公式..... 2

    1. 基本说明..... 2

    2. 测量关系设置..... 3

    3. 模型关系设置..... 4

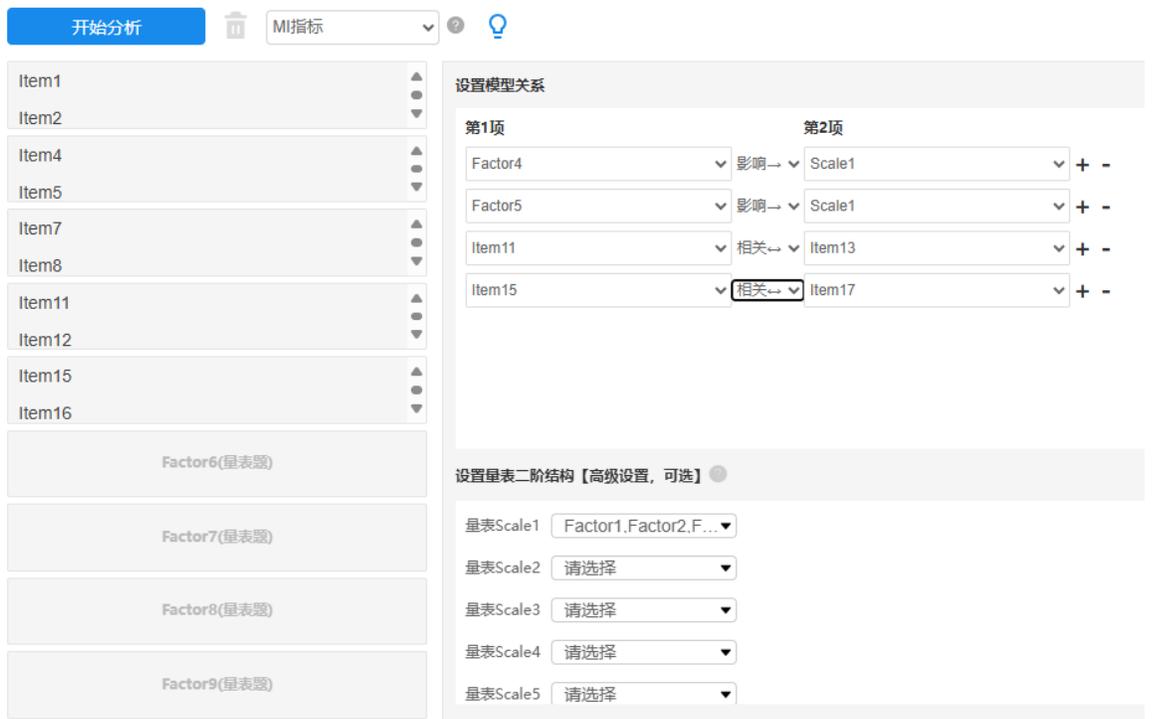
    4. 模型拟合指标..... 4

    5. 其它..... 5

参考文献..... 5

结构方程模型研究‘测量关系’和‘影响关系’，在 SPSSAU 中支持：

- ✓ 设置 MI 指标输出；
- ✓ 自动建立‘外生变量自动建立协方差关系’；
- ✓ 可设置‘二阶结构’。



SPSSAU 进行结构方程模型时，涉及下述参数：

- ✓ MI 指标：默认不输出 MI 指标，可选为按照比如 MI>50（或者 20、10、5 或 3）输出 MI 指标；
- ✓ 外生变量自动协方差关系：SPSSAU 会自动对外生变量之间建立协方差关系，并且不可取消。

## SPSSAU 数据格式

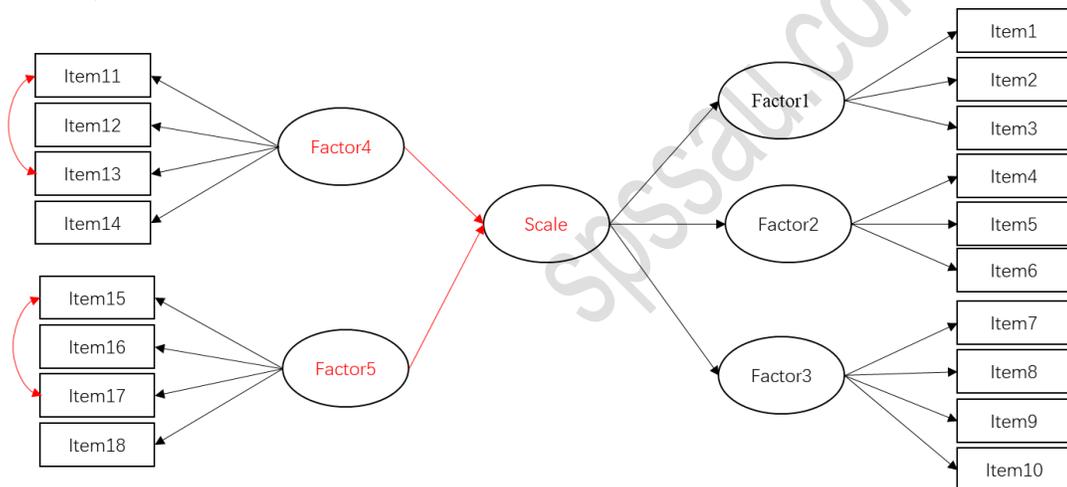
Factor1_Item1	Factor1_Item2	Factor1_Item3	Factor2_Item1	Factor2_Item2	Factor2_Item3	Factor2_Item4
3	4	1	3	1	1	1
5	2	4	4	5	2	5
3	2	1	4	2	1	5
1	5	1	4	3	3	1
2	2	1	3	5	1	1
4	3	1	3	5	4	2
5	3	5	2	5	2	5
3	2	4	1	3	5	4
2	2	5	1	3	2	1
2	5	2	5	1	3	1

比如上图中共 2 个 factor，第 1 个 Factor 由 3 项表示，第 2 个 factor 由 4 项表示，分析时：分别将前 3 项放入第 1 个 factor 框中，将接着另外 4 项放入第 2 个 factor 框中。

## 计算公式

## 1. 基本说明

结构方程模型时，其涉及两种关系，分别是‘测量关系’和‘影响关系’，具体类似下图：



关于‘测量关系’：上图中 Factor4 共由 4 项表示（或 Factor5 由 4 项表示），此均为‘测量关系’；类似地，Factor1/Factor2/Factor3 均由多项表示，此种也为‘测量关系’，并且 Scale 由 Factor1、Factor2 和 Factor3 共 3 项测量，此为‘二阶测量关系’，‘二阶测量关系’使用较少，当使用到‘二阶测量关系’时，建立影响关系就需要以该‘Scale’为准，而不能以 Factor 为准。

关于‘影响关系’：上图中研究 Factor4 和 Factor5 对于 Scale 的影响情况。与此同时，SPSSAU 中还可建立测量项之间的协方差相关关系，比如图中 Item11 和

Item13 之间建立协方差关系（或 Item15 和 Item17），此种协方差关系通常是由 MI 指标的指导下建立，其用于模型的调整和优化使用。

提示：在建立结构方程模型时，SPSSAU 默认会自动建立外生变量之间的协方差关系，比如图中 Factor4 和 Factor5 均为外生变量，SPSSAU 会自动建立该两项的协方差变量。

上图在 SPSSAU 中的操作类似如下：

设置模型关系	
第1项	第2项
Factor4	影响→ Scale1 + -
Factor5	影响→ Scale1 + -
Item11	相关↔ Item13 + -
Item15	相关↔ Item17 + -

设置量表二阶结构【高级设置，可选】

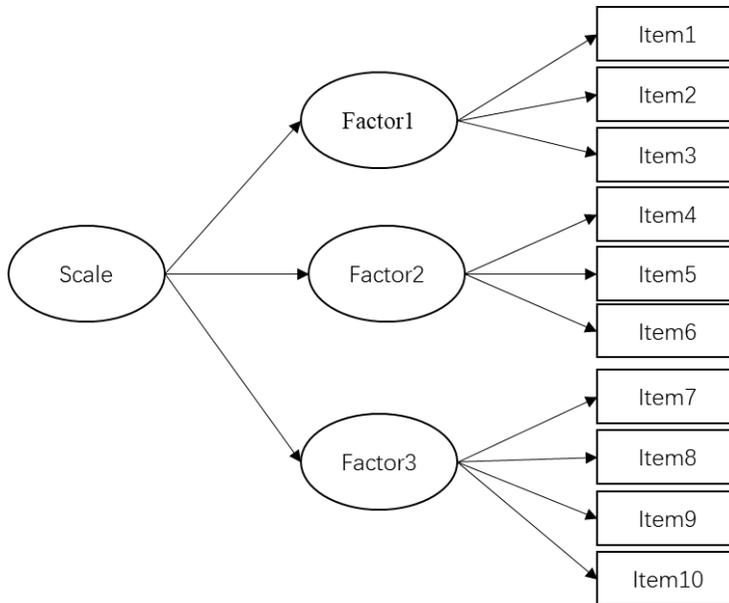
量表Scale1	Factor1.Factor2.F...
量表Scale2	请选择
量表Scale3	请选择
量表Scale4	请选择
量表Scale5	请选择

SPSSAU 借助 Python 中 semopy 包实现，可参考链接：

<https://semopy.readthedocs.io>。

## 2. 测量关系设置

测量关系包括两种，分别是 Factor 与 Items 之间的测量关系，Scale 与 Factor 之间的测量关系。当把某 Factor 对应的 Items 均放入同一个框中时，已经表达此关系。如果要设置 Scale 与 Factor 之间的关系，可通过‘量表二阶结构’进行设置，SPSSAU 中最多设置 5 个 Scale。关于‘二阶结构’，如下图所示：



类似上图时，每个 Factor 对应多个 Items，并且 3 个 Factor 同隶属于 1 个 Scale，此种情况称为 ‘二阶模型’ 即 Scale。

提示：当设置成 Scale 之后，研究影响关系时，就应该以 Scale 为准进行研究。

### 3. 模型关系设置

模型关系设置时，其包括 2 类，分别下述：

第 1 类：研究者自己设置的影响关系，比如 Factor4 和 Factor5 影响 Scale（如果设置了 Scale，那么就只能研究它的影响关系，而不能研究比如 Scale 下属的 Factor1 与其它项的影响关系）；

第 2 类：协方差相关关系。

SPSSAU 会自动建立外生变量之间的协方差关系，比如本文档中 Factor4 和 Factor5 之间的协方差关系，当然研究者也可进行设置。除此之外，较多情况下，研究者可通过输出 MI 指标的引导，主动建立 Items 之间的协方差关系，进而对模型进行优化和调整，比如本文档中 Item11 和 Item13，Item15 和 Item17 之间的协方差关系。

### 4. 模型拟合指标

结构方程模型时，其对模型拟合效果关注较少，并且其涉及很多指标如下：

常用指标	$\chi^2$	$df$	$p$	$\chi^2/df$	GFI	RMSEA	RMR	CFI	NFI	NNFI
判断标准	-	-	>0.05	<3	>0.9	<0.10	<0.05	>0.9	>0.9	>0.9
其它指标	TLI	AGFI	IFI	PGFI	PNFI	PCFI	SRMR			

判断标准	>0.9	>0.9	>0.9	>0.5	>0.5	>0.5	<0.1
------	------	------	------	------	------	------	------

通常情况下，仅需要关注关键指标即可，比如 RMSEA、CFI、GFI 指标等，与此同时，不同的文献描述的判断标准并不相同，具体应该以文献为准。另外，样本量也会影响到指标，比如样本量越大时  $\chi^2/df$  这个指标通常会越大，建议研究者应以实际研究为准。当模型拟合指标出现较多不达标时，可考虑让 SPSSAU 输出 MI 指标，并且结合 MI 指标建立‘协方差关系’，实现模型的优化和调整。

## 5. 其它

- ✓ SPSSAU 中进行模型拟合时，默认使用极大似然 ML 法；
- ✓ 因子对应多个测量项时（或者二阶测量结构时），默认第 1 项作为参照项；
- ✓ SPSSAU 输出模型图时，图中并没有提供‘残差项’，但在输出结果表格中有提供，研究者如果需要可自行在 PPT 中手工绘图模型图；
- ✓ SPSSAU 提供的结构方程模型时，并没有提供 bootstrap 法进行中介作用研究。

## 参考文献

【1】 The SPSSAU project (2024). SPSSAU. (Version 24.0) [Online Application Software]. Retrieved from <https://www.spssau.com>.

【2】 semopy: A Python package for Structural Equation Modeling (Version 0.5.0). Available at: <https://semopy.readthedocs.io>.

【3】 周俊,马世澎. SPSSAU 科研数据分析方法与应用.第 1 版[M]. 电子工业出版社,2024.