

《心理科学》审稿意见与作者回应

第一轮修改说明

审稿人意见：

本文较为系统地对贝叶斯正则化和频率正则化 SEM。整体而言，研究内容翔实，阐述比较中立客观。整体阅读后有两个主要感觉：

回应 0：感谢您对本研究的专业评审与积极反馈。您提出的建设性意见为我们完善研究架构、使研究更聚焦提供了关键指引，我们对此深表感激。以下是我们对您意见的回复，相关修改均在正文中以红色标出，同时将原文中修改部分附在每条回应之后，请专家再次审阅！

意见 1：该综述的服务对象还不够清晰：如果是面对应用者，那么本文似乎应该弱化公式部分，而重点阐述频率和贝叶斯在实践应用中的差异性；如果是面对 SEM 的方法学研究者，那么本文似乎又略简单。因此，建议作者考虑是否调整文本内容或侧重点。

回应 1：非常感谢评审专家的宝贵意见。本研究的核心目标是为研究者理解正则化 SEM 的前沿应用提供参考。基于此，在修改稿中我们将原文中涉及的部分公式和数学原理移至附录(详见附录 1、2)，以降低应用者的阅读门槛。其次，我们在第四部分增加了对频率学派和贝叶斯正则化 SEM 应用的总结。此外，我们补充了更多相关的应用实例，以期为应用者提供参考。

原文修改如下：

“已有研究者通过使用稳定性选择(stability selection)结合正则化 MIMIC 模型的方法，在人格数据中改善了模型拟合，且模型稳定性良好(Li & Jacobucci, 2022)。研究者还使用正则化 MIMIC 模型对幸福感量表进行测量不变性分析，发现韩国和加拿大两个国家的幸福感概念存在差异(Joshanloo, 2025)。” (p.5)

“如有研究者运用 BRSEM 对大学生职业价值观量表的测量不变性检验进行检验，该研究估计出了模型中的交叉载荷并允许模型中存在一定量的不等参数，从而放宽了测量不变性检验的严格限制(温聪聪, 2025)。” (p.8)

“Kang 等人(2022)运用贝叶斯 Lasso 处理高维数据以揭示脑部数据与行为之间的联系。张沥今(2022)运用贝叶斯正则化 MIMIC 模型进行协变量筛选，同时将贝叶斯正则化中介模型推广至可以处理潜变量的情况。在实际应用中，Jacobucci 和 Grimm(2018)在潜在增长曲线模型中使用贝叶斯正则化方法筛选对儿童阅读发展轨迹产生影响的协变量。” (p.8)

“RSEM 与 BRSEM 本质的区别在于，在 RSEM 中，惩罚函数被添加到被最小化的拟合函数；而在 BRSEM 中，惩罚先验乘以数据的似然性以获得后验分布(van Erp, 2023)。在应用上它们都可以实现变量筛选(如中介变量、协变量等)，并且可以平衡理论建模和非理论建模，以促进理论的发展。相较而言，BRSEM 在放宽传统因子分析的约束和不变性约束方面具有额外贡献，并且 BRSEM 在处理小样本数据和复杂模型有着明显优势。” (p.9)

参考文献

- 张沥今. (2022) *贝叶斯正则化结构方程模型：以 MIMIC 模型和并行中介模型为例*. [未出版的硕士学位论文]. 中山大学.
- 温聪聪. (2025). 惩罚对齐法：测量不变性检验的新方法. *心理科学进展*, 33 (01), 176-196.
- Joshanloo, M. (2025). Factor structure and measurement invariance of conceptions of happiness in Korea and Canada: an application of penalized structural equation modeling in Mplus. *Quality & Quantity*, 59 (Suppl 2), 1121–1142.
- Li, X., & Jacobucci, R. (2021). Regularized structural equation modeling with stability selection. *Psychological Methods*, 27(4), 497–518.

请专家审阅！

意见 2：题目中的“平衡”一词的用意是什么？让谁接受这个“平衡”？

回应 2：谢谢评审专家的指出这一问题。题目中的“平衡”主要体现了正则化 SEM 的优势，以期为有需要的应用学者提供参考，具体如下：(1)说明在从限制模型到自由模型的连续体中，正则化 SEM 可以帮助研究者找到一个平衡点——不至于模型因有过多限制而出现因模型误设而引发的拟合程度低、参数估计偏差的问题，也不至于在有大量变量时因使用自由模型而无法估计或无法得到简约解释；(2)突出正则化 SEM 可平衡理论建模和非理论建模，以强调其在推动理论发展的作用；(3)正则化 SEM 打破了验证性分析和探索性分析两极分化的结构，可作为一种“半验证性”的方法平衡了验证性分析和探索性分析，在量表开发上有较大的应用价值。

原文修改如下：

“一方面，由于正则化方法的特性，正则化 SEM 能够数据驱动地对参数进行压缩和估计，从而得到较为简约的、更易解释且拟合较好的模型；另一方面，SEM 能灵活地构建结

构模型中变量之间的关系，这就允许研究者将正则化方法用于不同的模型，自主选择特定参数进行正则化的操作(即参数惩罚)。这意味着在从限制模型到自由模型的连续体中，正则化 SEM 可以帮助研究者找到一个平衡点。” (p.1)

请专家审阅！

意见 3：最后，摘要第四行是否缺字？

回应 3：谢谢评审专家的指正，已根据要求仔细检查和修改。原文修改如下：

“结合机器学习正则化方法(Regularization)与 SEM 开发的正则化 SEM，能够弥补传统方法的局限。” (p.1)

请专家审阅！