

• 研究构想(Conceptual Framework) •

因子分析元分析的三阶段整合模型*

范会勇 刘东芝 马玉慧 尹 浪

(渤海大学教育与体育学院暨教育心理研究所, 辽宁锦州 121013)

摘 要 因子分析元分析(meta-analysis of factor analyses, MAFA)整合了因子分析和元分析两种方法学传统。开展 MAFA 方法学研究可结束过去几十年 MAFA 研究缺乏根据的状况, 服务心理学等领域内的知识生产。三阶段整合模型认为 MAFA 包括数据准备、数据合成和数据分析三个主要阶段。模型及数据合成技术的有效性将用心理测量学方法, 包括蒙特卡洛模拟研究进行检验。研究结果将阐明正确运用 MAFA 的一般规则、操作步骤和注意事项, 进而增进我们对 MAFA 的认识, 丰富应用心理等领域的方法学体系, 为 MAFA 方法的推广应用奠定基础。

关键词 因子分析元分析; 三阶段整合模型; 元分析; 因子分析; 模拟研究

分类号 B841.2

1 问题提出

因子分析(factor analysis, FA)由回归和相关结合而来, 是搜集构想效度证据, 发展相关理论, 寻求变量之间的潜在关系的重要方法(Thompson, 2004; Cudeck & MacCallum, 2007)。元分析(meta-analysis, MA)是一种对原始研究(primary studies)进行数量化综述的方法(利普西, 威尔逊, 2008)。FA 和 MA 均是心理学家首创的方法, 在医学、经济学、教育学、管理学等学科中被广泛使用。

因子分析的元分析(meta-analysis of factor analyses, MAFA)是对因子分析研究进行的元分析, 包括探索性因子分析的元分析(meta-analysis of exploratory factor analysis, MAEFA)和验证性因子分析的元分析(confirmatory factor analysis, MACFA)。

1.1 开展 MAFA 研究的意义

对于 MAFA 的方法学特性, 我们目前知之甚少。开展这方面的研究, 有下列意义:

首先, 可以促进相关领域里的知识生产。过去 30 年里, 国内以因子分析为方法的原始研究达到 1939 篇(截止 2011 年 1 月 19 日; 数据库: 中国知网在线数据库; 检索方法: 以因素分析, 或因子分析, 或 factor analysis 为关键词; 同时期刊名字中含有心理、教育、经济或医学二字; 其中, 心理类 756 篇, 教育类 156 篇, 经济类 651 篇, 医学类 376 篇。)国外采用因子分析方法的文章更是数以千计(Brown, 2006; Cudeck & MacCallum, 2007)。即使是针对同一个心理特质, 因子分析结果也常常互相矛盾。对青少年时间管理倾向的结构就出现了这样的分歧(黄希庭, 张志杰, 2001; 支富华, 杨志红, 樊琪, 2002)。如果我们能用 MAFA 方法将这些互相矛盾的研究结果进行汇总, 那么我们在某些方面的知识可能会大量增长, 很多重要问题甚至会得到新的理解。

其次, 可为理论工作者提供一个检验、发展其理论的新方法。之前的研究者在构想出理论模型后, 需要花费很大精力去收集数据, 来对自己的理论进行检验。如果能用 MAFA, 则可以利用已经发表的研究数据来检验自己的理论, 可以减少很多财力和精力。为了检验 Mayer 等提出的情绪智力的四因子模型, Fan, Jackson, Yang, Tang 和 Zhang (2010)对已经完成的 20 多个研究数据进行

收稿日期: 2011-12-16

* 国家自然科学基金青年项目(基金号: 31100760)和教育
部人文社科一般项目(基金号: 11YJC880066)资助。
通讯作者: 范会勇, E-mail: chinaxiaofan@126.com

了 MAFA, 结果并不支持该模型。

第三, 将为实践家提供整合证据的实用工具。上世纪 80 年代出现了循证实践, 要求心理治疗师、组织心理学家所采用的方案必须有研究证据的支持。然而实践家们常会碰到公说公有理, 婆说婆有理的烦恼。于是, 必须有人将那些相互矛盾的研究进行汇总。Smith, Mar 和 Turoff (1998) 就采用 MAFA 的思路对有关精神分裂症的症状谱的实证研究进行了综述, 为精神分裂症的诊治提供了可靠的依据。

虽然 MAFA 对心理学等领域的知识生产和知识应用都有重要作用, 但是有关 MAFA 的研究却并不多。

1.2 有关 MAFA 的方法学研究回顾

1.2.1 有关 MAEFA 的方法学研究回顾

早在 MA 出现前的 1975 年, Yom, Doughtie, Chang, Alston 和 Wakefield (1975) 就进行了 MAFA 方面的实践, 他们利用 MAFA 方法对黑人与白人职业偏好的差异进行了元分析。十几年后, Bushman, Cooper 和 Lemke (1991) 才引入 meta-analysis of factor analysis 这个术语, 探讨如何进行 MAEFA。又过 10 年, 才有人(如 Hafdahl, 2001)系统地研究了 MAEFA。

MAEFA 的第一个阶段是数据准备, 主要是利用原始研究中的信息还原出相关矩阵。这涉及不同类型的数据之间如何转换的问题。如果原始研究报告了完整的相关矩阵, 那么我们只需检查其是否正确, 是否精确。如果原始研究报告了因子分析的完全解(complete solution), 即因子数目等于指标数, 包括因子结构(factor pattern)、因子相关(factor correlations)和残差(uniquenesses), 那么我们可以通过因子分析的数学模型还原(Hafdahl, 2001; Brown, 2006, p.19)。如果原始研究采用的是正交旋转, 报告了旋转后的因子负荷矩阵, 那么我们可以利用因子负荷矩阵乘以其转置矩阵而得到再生矩阵(reproduced matrix), 该矩阵与原始相关矩阵相等(Thompson, 2004, p.15-17)。ten Berge 和 Kiers (1999)提出了一种在原始研究报告了主成分分析的负荷矩阵和特征值的情况下如何恢复相关矩阵的方法。对于一些信息不足的情况下, 如只报告显著性负荷矩阵, 目前还没有办法来进行还原。

MAEFA 的第二个阶段是数据合成。据我们所

知, 主要有三种数据合成技术: 因子配对旋转(pairwise rotation of results to congruence, PRSC)、汇总相关矩阵(aggregate correlation matrix, ACM)和显著因子负荷共生矩阵(co-occurrence matrix of salient factor loadings, COMSFL)。

PRSC 技术出现最早, 是由 Kaiser, Hunka 和 Bianchini 提出的, 在文献中又被称作 KHB 技术(Bushman, Cooper, & Lemke, 1991)。在 KHB 技术中, 来自两个研究的因子会被放进同一个向量空间; 进行最大程度的旋转后, 得到对应因子(即不同研究中的同名因子)之间的夹角的余弦值。若余弦值为 1 则对应因子重合; 若为 0, 则对应因子正交。所有余弦值的平均数表示了两个研究中因子结构的一致性程度。KHB 的目的在于考察因子结构的跨样本一致性(如 Barrett, Petrides, Eysenck, & Eysenck, 1998)。但是, 由于 KHB 本身的缺点, 加上多组分析等新技术的出现, KHB 现在已经很少出现在文献中了(见范会勇, 2011)。

ACM 技术的思想比较简单, 即对搜集来的相关矩阵进行算术加和运算。ACM 汇总时有一元(univariate ACM, UACM)和多元(multivariate ACM, MACM)两种取向。UACM 直接以算术方法计算相关矩阵中各个元素的算术平均值(如 van der Linden, Nijenhuis, & Bakker, 2010), 或者加权平均值(如 Becker, 1996)。UACM 中有的也会利用 Fisher-Z 转换, 或者别的方法进行校正(Hedges & Olkin, 1985, chap. 11)。UACM 的最大问题是没有考虑到相关矩阵中各个元素之间及不同原始研究之间的复杂相关关系(Hafdahl, 2001)。MACM 则试图解决这个问题。Hafdahl (2007)提出先对皮尔逊相关矩阵 Fisher-Z 转换, 再用条件性协方差矩阵(conditional covariance matrix)进行估计, 模拟研究显示在固定模型条件表现良好。Hafdahl (2008)进一步考察了 Hafdahl (2007)方法在相关矩阵异质条件下, 比较相关矩阵时的表现, 模拟研究结果显示, 其点估计和置信区间估计都优于传统方法。

与 PRSC, ACM 着眼于研究原材料(即相关矩阵)不同, COMSFL 则直接处理研究结果。早在上世纪 80 年代即有研究者利用共生矩阵来分析精神患者行为的维度问题(Loeber & Schmalting, 1985)。Shafer (2005, 2006)则将其扩展为 COMSFL, 用共生矩阵来表征多个因子负荷矩阵中的一致

性。COMSFL 的核心思想是利用因子负荷矩阵构建起 EFA 因子结构的共生矩阵,即相似性系数矩阵。相似性系数是在多个研究中同一个因子的因子负荷达到显著(salient,如负荷值大于 0.3)所占的比例。构建起相似性系数矩阵后,可以对其进行 EFA。COMSFL 可以充分使用发表的研究报告,数据资料容易获得,颇受青睐。然而,COMSFL 虽然在实践中开始使用了,但它的可靠性尚未被研究;也不清楚其适用的具体条件(范会勇,2011)。

MAEFA 的第三个阶段是数据分析,包括同质性检验(homogeneity test)和因子分析。MAFA 背景中同质性检验与其它元分析中的同质性检验是类似的(Hafdahl, 2001)。研究者可以根据调节变量将相关矩阵分组,再进行对比分析。除传统的 Q 方法外, Cheung 和 Chan (2005a)提出用聚类分析(cluster analysis)可直接对相关矩阵进行分类。在此阶段,因子分析方法通常选择 EFA。当然,如果数据类型为相关矩阵,且有前期理论,也可以进行 CFA。

1.2.2 有关 MACFA 的方法学研究回顾

与 MAEFA 类似,MACFA 也是先有研究实践,后才有方法学方面的研究。Smith 等(1998)可能是最早的 MACFA,该文对 28 篇讨论精神分裂症症状的因子分析进行了元分析。对 MACFA 进行方法学研究的很少。只有 Cheung 和 Chan (2005b)将结构方程模型与元分析相结合,发展了结构方程模型的元分析(meta analytic structural equation modeling, MASEM),其测量模型部分可以构成 MACFA。该方法假设各样本来自同一总体。在第一阶段,多组分析方法检验相关矩阵的同质性。如果同质,则可估计出总体相关矩阵。在第二阶段,对估计所得的总体相关矩阵进行 CFA。

MACFA 在理论模型设置好后,就是数据准备阶段。如果原始研究报告了指标水平的相关矩阵,或者因子水平的相关矩阵,就无需转换。如果报告了标准化系数解(包括因子相关矩阵、负荷矩阵和残差矩阵),我们可以根据 CFA 的数学模型还原其原始相关矩阵(侯杰泰,常建芳,2009)。如果报告的信息过少,例如只报告了拟合指标,除向作者索取原始数据外,别无它法。

在数据合成阶段,ACM 也是常常被采用的(如 van der Linden et al., 2010)。然而, Cheung 和 Chan (2005b)发现 ACM 会扭曲 CFA 分析的拟合指标,

继而提出了估计总体参数的数学方法(the pooled correlation matrix, PCM)。由于该方法假设所有相关矩阵来自同一个总体,因而可以处理存在缺失值的情况。Mike Cheung 与其同事对 PCM 的特性进行了系统研究(Cheung, 2002, 2008; Cheung & Chan, 2005b)。

在数据分析阶段,可以用聚类分析的方法对相关矩阵进行分类,将相关矩阵分成若干同质小组(Cheung & Chan, 2005a)。如果相关矩阵是同质的,那么可以直接对所估计的总体相关矩阵进行 CFA。

1.3 国内外研究存在的问题

1.3.1 数据类型之间的转换与计算机软件实现

因子分析研究中涉及四种类型的数据:原始数据、相关矩阵(或协方差矩阵)、因子负荷矩阵(来自 EFA)和标准化系数矩阵(来自 CFA)。原始研究通常只报告因子负荷矩阵,或者标准化系数矩阵。随着时间的流逝,很多原始数据要么损坏,要么遗失;以至于元分析研究者常常得不到足够的数据资料。于是,为了尽可能地利用现有资料,我们需要在不同数据类型之间进行转换。

虽然懂得 EFA 和 CFA 原理的研究者都知道相关矩阵、因子负荷矩阵和标准化系数矩阵是如何从原始数据中得来的,但那些只懂得应用方法的研究人员就不一定清楚了。可见,梳理,并汇总数据类型之间的转换方法,并编制相应的计算机程序是方法学研究的一个重要研究课题。这也是进行方法学研究的一个基础。

1.3.2 有关数据合成技术的研究现况

为了尽可能地利用原始研究所提供的数据,研究人员需要将多种数据类型转换成统一的数据类型。依前所述,目前数据合成技术有 4 种: PRSC、ACM、COMSFL 和 PCM。其中, PRSC (即 KHB)几乎已经淡出研究者的视野,消失在文献中; PCM 已经在 SEM 背景中进行了研究(如 Cheung, 2002);在采用 MAFA 方法的论文中(如 Collins & Hunter, 2001; van der Linden et al., 2010),研究者更倾向于使用操作比较简单的 ACM。然而, ACM 的可靠性是值得怀疑的,因为相关矩阵之间可能是异质的,而算术加和技术没有对此加以鉴别(Cheung & Chan, 2005b; Hafdahl, 2008)。虽然 Fincher Z 转换技术在独立的相关系数的可靠性被仔细考察过(Hafdahl, 2009, 2010),但是相关矩阵

的合成仍然停留在研究者的视野之外(Hafidahl, 2007)。COMSFL是新近发展起来的数据合成技术,合成后的矩阵反映了因子结构在各样本中的配置一致性。尽管也有过相关研究(见 Leydesdorff, 2007),但其各种特性尚有待进一步考察。

1.3.3 有关 MAFA 的整体架构的研究现状

MAFA 作为一种思想,曾为多个传统的研究者所涉及。Becker (1996)提出了一个三阶段模型,即获取原始相关矩阵、校正相关矩阵,以及进行探索性因子分析。Hafidahl (2001)则将其扩展成五阶段模型:恢复相关矩阵、多变量取向的相关矩阵合成、同质性检验与调节变量分析、基于合成相关矩阵的因子分析、因子解的其它分析。该模型是以相关矩阵为基础的,不适宜分析 Shafer (2005, 2006)那样的数据资料。

Cheung (2002)在 SEM 框架下提出了一个两阶段模型,第一阶段检验相关矩阵的同质性并估计总体相关矩阵;第二阶段是 CFA 模型拟合。Becker 等人坚持探索性分析的传统(Becker & Schram, 1994),Hafidahl (2001)试图延续 EFA 传统,Cheung (2008)则致力于扩展 SEM 传统。分析那些“擅自”应用 MAFA 的论文时,我们不难发现,大多也是分阶段分步骤的进行的,显现出十分明显的“阶段性”特征(范会勇, 2011)。

不同传统的研究者触及到了 MAFA 的某个侧面。作为一个 MAFA 的应用者,我们希望能有一个清晰具体的整体框架,以便于操作;作为一个 MAFA 的研究者,我们则希望发展 MAFA 的理论模型,揭示其内涵,并弄清其使用条件。综合来看,所有过程模型都包含数据准备、数据合成和数据分析三个阶段。

1.3.4 国内外有关研究的特点小结

目前,国内外有关 MAFA 的研究具有如下几个特点:

MAFA 的理论研究落后于应用实践。最早使用 MAFA 的论文,甚至比元分析概念的出现都早。自上世纪 70 年代以来,尽管 MAFA 的使用越来越多(如 van der et al., 2010; Worley, Vassar, Wheeler, & Barnes, 2008),但很多研究的方法并不可靠。然而,方法学家们的工作严重滞后。之所以如此,其原因不是实际需要不够,而是大家对方法学研究关注太少。

有关不同数据类型之间的转换的研究非常

少。在 MAFA 背景下,不同数据类型之间的转换是一个基础性问题。目前有关不同数据类型之间的转换的论文非常少,不管是学理层面的,还是实用层面的;更缺乏转换不同数据类型的计算机软件。

数据合成技术的有效性缺乏检验。COMSFL 的有效性尚未被真正检验过。所谓有效性,指的是对同样的资料进行操作后,能得出与已知的可靠方法一致的结论,如统计参数估计更稳健,研究结论一致。而且多种合成技术之间是否具有 consistency? 进一步,之前的讨论大都没有放在元分析背景中进行。在元分析的不同模型(即固定模型和随机模型)中可能会得出不同的结论(Borensteina, Hedges, Higginsc, & Rothstein, 2010)。

研究方法以蒙特卡洛模拟研究为主。常用的研究方法是蒙特卡洛模拟研究(Monte Carlo simulation studies) (Fan, Felsovályi, Sivo, & Keenan, 2003; Meyers, Gamst, & Guarino, 2009),或者其它心理测量学方法,将二者结合在一起使用的比较少。

缺乏一个理论模型来解释 MAFA,并整合多种数据合成技术。只有建立了理论模型,才能总结相关研究,启发后续研究。缺乏理论模型是 MAFA 研究难以推进的瓶颈之一。

2 研究构想

MAFA 的过程是怎么样的呢?中间需要注意哪些问题?这是文献综述后留给我们的问题。为了回答这个问题,结合前人的研究成果,我们建构了一个初步的三阶段模型(three-stage integrative model of meta-analysis of factor analyses, TSMAFA, 见图 1)。该模型认为所有的 MAFA 都包括三个关键性的共同步骤:数据准备、数据合成和数据分析。TSMAFA 模型可以整合有关 MAFA 的方法学研究,为后续研究提供了一个平台。在 TSMAFA 框架下,以往研究中暴露出的科学问题都可以关联起来(见表 1)。为在 TSMAFA 框架下来系统地研究文献中尚未解决的科学问题(见表 1),本项目设计了以下四个研究。

2.1 研究一:不同数据类型之间的转换及其实现程序

引言:在数据搜集与准备过程中,我们会遇到原始数据、因子负荷矩阵、相关(协方差)矩阵、

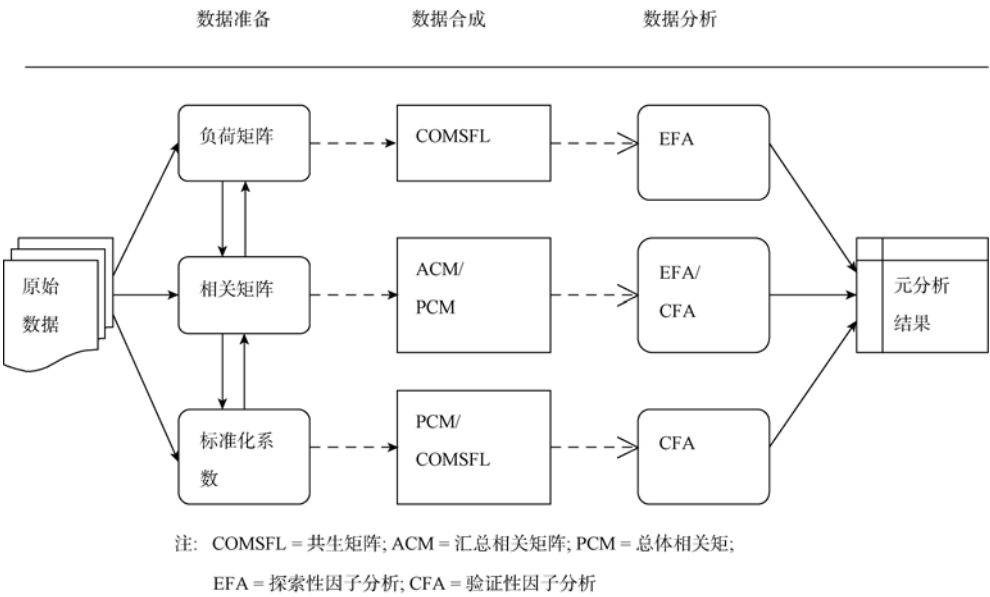


图 1 因子分析元分析的三阶段整合模型(本项目的工作模型)

表 1 TSMAFA 模型下的主要科学问题

阶段	科学问题
数据准备	数据类型之间的转换关系是什么？如何编制实现这些转换关系的计算机程序？
数据合成	COMSFL 在 MAEFA 中是否可靠？共生矩阵标准化与否是否会得出同样的结果？ACM 是否可靠，如何导致 CFA 拟合指标的扭曲？
数据分析	如何对 COMSFL 进行同质性检验？
模型整体	需要多少个原始研究才能满足基本的统计功效？以往使用 MAFA 方法的研究中存在的问题有哪些？TSMAFA 的原理及其注意事项？ 对同一组原始数据，经过不同的数据合成技术处理后，能否得到同样的结果？

注：COMSFL = 共生矩阵; MAEFA = 探索性因子分析的元分析; MACFA = 验证性因子分析的元分析; TSMAFA = 三阶段整合取向的因子分析元分析。

标准化系数矩阵等四种数据类型。由于相关(或协方差)矩阵是 EFA 和 CFA 的基本资料。因此，最常见的转换方法是将其它类型的数据转换成相关(或协方差)矩阵。尽管 EFA 和 CFA 的前提假设有很大的不同(Brown, 2006)，但它们所处理的数据资料是相通的。因此，在数据资料这个层面，我们可以沟通 EFA 和 CFA。此阶段主要的挑战是梳理有关的数学关系，编制统一实行这些关系的计算机程序。

目的：梳理不同类型数据之间的转换关系，编制实现相互转换的 SAS 程序

方法：数学推导和 SAS 软件

预期结果：梳理各种转换关系，软件一个。

2.2 研究二：TSMAFA 框架中数据合成技术的有效性考察

引言：由于共生矩阵技术的引入仅有五六年的时间(Shafer, 2005, 2006)，其有效性尚未被严格考察。相关的科学问题有两个：a. 共生矩阵标准化与否是否会得出同样的结果。Shafer (2005, 2006)在使用共生矩阵技术时并没有将其标准化。Leydesdorff (2007)发现共生矩阵可能存在标准化效应。因此，这个问题需要进一步讨论。b. 共生矩阵技术是否可以用于 CFA 条件。

研究 2a：COMSFL 技术的有效性

目的：检验共生矩阵技术的有效性

方法：蒙特卡洛模拟研究。通过 SAS/IML，我

们可以模拟多组已知结构的相关矩阵。对相关矩阵进行 EFA, 得到因子负荷矩阵, 可以比较共生矩阵标准化与否两种条件下元分析结果的一致性。也可以比较共生矩阵合成技术所产生的元分析结果和原始相关矩阵合成所产生的元分析结果。

预期结果: 共生矩阵标准化与否, 结果不同; 两种合成技术所产生的元分析结果一致。

研究 2b: ACM 技术的有效性研究

目的: 在 TSMAFA 背景下, 检验 ACM 技术扭曲 CFA 模型拟合指标的观点, 包括考察相关矩阵在 Fisher Z 转换条件下的 CFA 模型拟合时的统计指标表现。

方法: 蒙特卡洛模拟研究。用 SAS/IML 产生已知结构的相关矩阵, 用 LISREL 8.70 进行 CFA 分析。因为是以固定模型为背景, 因此, 估计的是固定模型的参数, 而非随机模型的参数。自变量是样本量大小、原始研究的数量。因变量是卡方值(平均值和标准差)等统计参数的估计的准确性。

预期结果: 在相关矩阵同质的情况下, 与比较成熟的总体矩阵估计技术相比, 算术加和技术的卡方值有夸大的倾向, 其它参数也有一定程度的扭曲(Fisher Z 转换也有扭曲, 但程度较算术加和小)。之所以不打算考察异质条件, 是因为若相关矩阵异质, 则应该分成同质小组后分别进行。

2.3 研究三: TSMAFA 整体有效性考察

引言: 本研究的主要科学问题是: 第一、对同一个数据资料, TSMAFA 能否得出与已知可靠的方法一致的结果? 其参数估计、研究结论受偶然误差、统计假设违反等因素的影响大小? 第二、原始研究数量及样本量对 TSMAFA 研究的统计功效(power)的影响。从已经发表的 MAFA 取向的研究报告看, 原始研究的数量少的只有 4 个(如 Collins & Hunter, 2001; Shafer, 2006), 多的则有 19 个(Fan et al., 2010), 45 个(Worley et al., 2008), 212 个(van der Linden et al., 2010)。然而, 至少需要多少个原始研究才能达到统计功效的最低要求呢? 目前尚未有研究讨论这个问题。

研究 3a: TSMAFA 整体模型的有效性研究

目的: 比较对同一个数据资料进行 TSMAFA 与 MASEM 后, 有关参数估计、研究结论受偶然误差等因素的影响

方法: 蒙特卡洛模拟研究与实证研究相结合。用 SAS/IML 产生几十组已知结构的相关矩阵; 分别运用 TSMAFA 和 meta-analytic SEM 进行元分析。

预期结果: TSMAFA 所得结果(包括参数估计和最终结论)与 MASEM 基本一致。

研究 3b: 原始研究数量及样本量对 TSMAFA 模型统计功效的影响

目的: 揭示进行 TSMAFA 的最低原始研究数量

方法: 蒙特卡洛模拟研究。用 SAS/IML 产生已知结构的相关矩阵, 用 LISREL 8.70 进行 CFA 分析。自变量涉及样本量大小(3 个水平: 100、500、1000)、原始研究的数量(4 个水平: 5、15、25、50)。因变量是拒绝率(rejection percentage, RP), 拒绝率是统计功效的经验指标(Cheung & Chan, 2005)。

预期结果: 在 TSMAFA 的几种转换技术下, 拒绝率应该没有统计上的差异。估计 10 个原始研究即可达到可接受的统计功效。

2.4 研究四: TSMAFA 的原理以及在心理学研究中的应用研究

引言: 首先, 阐明 TSMAFA 的原理与操作。等到前面三个研究中的问题讨论清楚后, 我们就可以修改完善 TSMAFA 模型。比如, 共生矩阵技术所产生的结果可能与其它技术所产生结果并不一致。这样, 我们要么从模型中删除共生矩阵技术, 要么修改它, 使之达到正确的标准。在此基础上, 我们可以总结 TSMAFA 的一般原理; 进而阐明基于 TSMAFA 的研究的操作步骤。当然, 也可以讨论 TSMAFA 与其它元分析方法之间的关联, 找到它在元分析体系中位置。其次, 考察 MAFA 在心理学研究中的应用情况。MAFA 的心理学中的应用已经有几十年的历史, 积累了丰富的原始研究案例。我们可以对过去几十年中 MAFA 的使用情况进行研究, 总结其中的经验教训, 结合本项目前期成果, 阐明如何才能正确运用 MAFA, 服务知识生产。

研究 4a: TSMAFA 的一般原理研究

目的: 在前述研究的基础上, 修正 TSMAFA, 总结其一般原理

方法: 理论思维、文献法

预期结果: 算术加和技术可能被踢出去; 得到一个修正后的因子分析元分析三阶段整合模型。

研究 4b: 文献中 MAFA 使用的经验教训

目的: 阐述正确使用 TSMAFA 的一般原则和注意事项

方法: 文献调研、理论思维

预期结果: 阐明正确运用 MAFA 的一般规则、注意事项, 服务知识生产。

3 小结

对大量因子分析取向的原始研究进行元分析是知识生产的重要环节。虽然很多研究者已经自觉不自觉地使用 MAFA, 但是我们对 MAFA 方法本身却知之甚少。

MAFA 可以分为 MAEFA 和 MACFA。已经有研究者分别对 MAEFA 和 MACFA 的部分方法学问题进行了研究, 但研究进展有限。目前, 有关不同数据类型之间的转换问题、数据合成技术的有效性问题和 MAFA 过程模型问题都有待进一步研究。

本研究以 MAFA 过程模型问题为基点。在概括了以往 MAFA 的实践和研究的基础上提出了一个三阶段整合模型, 认为 MAFA 存在三个关键性阶段: 数据准备、数据合成和数据分析。以此模型为框架, 我们分析整理了有关的科学问题(见表 1)。为了回答这些科学问题, 我们设计了四个研究, 每个研究试图回答一组相关的科学问题。

具体来说, 包括厘清不同类型数据之间的转换原理, 编制转换程序; 考察数据合成技术的有效性及其具体使用条件; 考察 TSMAFA 整体的有效性; 探讨 TSMAFA 的一般原理、操作原则。

心理测量学方法, 结合蒙特卡洛模拟研究将为我们研究 TSMAFA 三阶段整合模型提供有力的工具。研究的最终结果是关于开展 MAFA 研究的诸多规范, 这些将加深我们对于 MAFA 的认识, 服务于 MAFA 研究者, 为心理学等领域的知识生产提供方法学支持。

参考文献

- 范会勇. (2011). 因子分析的元分析技术及其应用. *心理科学进展*, 19, 274–283.
- 侯杰泰, 常建芳. (2009, Sept.). 利用已发表的因子结构作跨文化比较. 见 *第十二届全国心理学学术大会论文摘要集*. 济南: 山东师范大学.
- 黄希庭, 张志杰. (2001). 青少年时间管理倾向量表的编制. *心理学报*, 33, 338–343.
- 马克. W. 利普西, 戴维. B. 威尔逊. (2008). *实用数据再分析法 (Practical meta-analysis)* (刘军, 吴春莺 译). 重庆: 重庆大学出版社.
- 支富华, 杨志红, 樊琪. (2002). 青少年时间管理倾向探析. *宁波大学学报(教育科学版)*, 24, 10–13.
- Barrett, P. T., Petrides, K. V., Eysenck, S. B. G., & Eysenck, H. J. (1998). The Eysenck Personality Questionnaire: an examination of the factorial similarity of P, E, N, and L across 34 countries. *Personality and Individual Differences*, 25, 805–819.
- Becker, B. J., & Schram, C. M. (1994). Examining explanatory models through research synthesis. In H. Cooper & L. V. Hedges (Eds.), *The handbook of research synthesis* (pp. 357–381). New York: Russell Sage.
- Becker, G. (1996). The meta-analysis of factor analyses: An illustration based on the cumulation of correlation matrices. *Psychological methods*, 1, 341–353.
- Borensteina, M., Hedges, L. V., Higginsc, J. P.T., & Rothstein, H. R. (2010). A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. *Research Synthesis Methods*, 1, 97–111.
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York: The Guilford Press.
- Bushman, B. J., Cooper, H. M., & Lemke, K. M. (1991). Meta-analysis of factor analyses: An illustration using the Buss-Durkee hostility inventory. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 17, 344–349.
- Cheung, M. W. L. (2002). *Meta-analysis for structural equation modeling: A two-stage approach*. Unpublished Doctoral dissertation, Chinese University.
- Cheung, M. W. L. (2008). A Model for integrating fixed-, random-, and mixed-effects meta-analyses into structural equation modeling. *Psychological Methods*, 13, 182–202.
- Cheung, M. W. L., & Chan, W. (2005a). Classifying correlation matrices into relatively homogeneous subgroups: A cluster analytic approach. *Educational and Psychological Measurement*, 65, 954–979.
- Cheung, M. W. L., & Chan, W. (2005b). Meta-analytic structural equation modeling: A two-stage approach. *Psychological Methods*, 10, 40–64.
- Collins, J. M., & Hunter, J. E. (2001, April). *Problems with the WAIS intelligence test: 1938-1997*. Symposium presentation at the annual conference of the society for industrial and organizational psychologists, San Diego.
- Cudeck, R., & MacCallum, R. C. (2007). *Factor analysis at 100: Historical development and future directions*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fan, H. Y., Jackson, T., Yang, X. G., Tang, W. Q., & Zhang, J. F. (2010). The factor structure of the Mayer-Salovey-Caruso Emotional Intelligence Test V 2.0 (MSCEIT): A meta-analytic structural equation modeling approach. *Personality and Individual Differences*, 48, 781–785.
- Fan, X. T., Felsovályi, Á., Sivo, S. A., & Keenan, S. C.

- (2003). *SAS® for Monte Carlo studies: A guide for quantitative researchers*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Hafidahl, A. R. (2001). *Multivariate meta-analysis for exploratory factor analytic research*. Unpublished Doctorial dissertation, University of North Carolina.
- Hafidahl, A. R. (2007). Combining correlation matrices: Simulation analysis of improved fixed-effects methods. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 32, 180–205.
- Hafidahl, A. R. (2008). Combining heterogeneous correlation matrices: Simulation analysis of fixed-effects methods. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 33, 507–533.
- Hafidahl, A. R. (2009). Improved Fisher z estimators for univariate random-effects meta-analysis of correlations. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 62, 233–261.
- Hafidahl, A. R. (2010). Random-effects meta-analysis of correlations: Monte Carlo evaluation of mean estimators. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 63, 227–254.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical Methods for Meta-analyses*. Orlando, FL: Academic Press.
- Leydesdorff, L. (2007). Should co-occurrence data be normalized? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58, 2413–2441.
- Loeber, R., & Schmaleng, K. B. (1985). Empirical evidence for overt and covert patterns of antisocial conduct problems: A metaanalysis. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 13, 337–352.
- Meyers, L. S., Gamst, G. & Guarino, A. J. (2009). *Data analysis using SAS enterprise guide*. New York: Cambridge University Press.
- Shafer, A. (2005). Meta-analysis of the brief psychiatric rating scale factor structure. *Psychological Assessment*, 17, 324–335.
- Shafer, A. B. (2006). Meta-analysis of the factor structures of four depression questionnaires: Beck, CES-D, Hamilton, and Zung. *Journal of Clinical Psychology*, 62, 123–146.
- Smith, D. A., Mar, C. M., & Turoff, B. K. (1998). The structure of schizophrenic symptoms: A meta-analytic confirmatory factor analysis. *Schizophrenia Research*, 31, 57–70.
- ten Berge, J. M. F., & Keirs, H. A. L. (1999). Retrieving the correlation matrix from a truncated PCA solution: The inverse principal component problem. *Psychometrika*, 64, 317–324.
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications*. Washington, DC, US: APA.
- van der Linden, D., Nijenhuis, J. T., & Bakker, A. B. (2010). The general factor of personality: A meta-analysis of Big Five intercorrelations and a criterion-related validity study. *Journal of Research in Personality*, 44, 315–327.
- Worley, J. A., Vassar, M., Wheeler, D. L., & Barnes, L. L. B. (2008). Factor structure of scores from the Maslach burnout inventory: A review and meta-analysis of 45 exploratory and confirmatory factor-analytic studies. *Educational and Psychological Measurement*, 68, 797–823.
- Yom, B. L., Doughtie, E. B., Chang, W. C., Alston, H. L., & Wakefield, J. A. (1975). The factor structure of the vocational preference inventory for black and white college students. *Journal of Vocational Behavior*, 6, 15–18.

A Three-stage Integrative Model of Meta-analysis of Factor Analyses

FAN Hui-Yong; LIU Dong-Zhi; MA Yu-Hui; YIN Lang

(School of Education and Sports Science & Institute of Educational Psychology, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

Abstract: Meta-analysis of factor analysis (MAFA), also called meta-analytic factor analysis, integrated two methodological traditions namely meta analysis and factor analysis. Research on MAFA could explore some methodological issues and accelerate the production process of psychological knowledge which will end the theoretical-principle-absence status of the meta analytic factor analysis had existed for several decades. To represent the process of MAFA, the present project put forth a three-stage integrative model under which some scientific questions will be tested using psychometrical methods including Monte Carlo simulation study. The validity of the three-stage integrative model and that of its data-synthesis methods (i.e. the co-occurrence matrix of salient factor loadings, the aggregate correlation matrix, and the pairwise rotation of results to congruence) were the key problems in this project. The project also planned to explore the general rules theoretically and steps of how to conduct MAFA study whose results would help the research community to use MAFA correctly. The possible scientific contribution of the present project is that it will add to the store of meta-analytic and factor analytic traditions, enrich the content of psychological methodology, and establish a solid base to popularize the MAFA.

Key words: meta-analysis of factor analysis; three-stage integrative model; meta analysis; factor analysis; Monte Carlo simulation