

科学态度量表(SAI II)中文修订版的信效度分析^①

丁晨晨, 李太华, 卢晓凤, 毛予廷

1. 西南大学 物理科学与技术学院, 重庆 400715;

2. 西南大学 科学教育研究中心, 重庆 400715

摘要: 采用 Brislin 翻译法对科学态度量表(SAI II)进行中文修订, 采用方便抽样的方法抽取 549 名大学生完成该量表, 并使用因素分析法、项目分析等考察其信度和效度。549 份问卷的验证性因素分析表明, 科学态度量表的原因子结构未得到支持; 对量表进行探索性因子分析和验证性因子分析, 共提取出 3 个因子, 即修订后的问卷包括科学职业、理解和解释、批判思维共 3 个因子, 各个题目在相应因子上的载荷在 0.32~0.82 之间, 且 3 个维度均不具备良好的效度指标和信度指标。此外, 总量表的内部一致性信度未达到 0.8。分析结果表明, 中文修订版 SAI II 不具有良好的信度和效度, 不适合用于评价中国大学生的科学态度。

关键词: 科学态度量表; 信度; 效度; 大学生

中图分类号: B848.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2018)05-0152-06

科学态度是科学教育的重要内容^[1], 也是学生发展核心素养的重要组成部分^[2-3]。科学态度属于态度的范畴, 体现在个体的情感、认知和行为意向等心理过程中^[4]。运用有效的测量工具, 才能准确把握科学态度的内涵和特征, 以辅助教学。科学态度量表修订版(Scientific Attitude Scale-revised, SAI II)是 MOORE 等对前一版量表的修订版本^[5], 是国际上科学态度研究应用广泛的工具。MOORE 和 SUTMAN 认为, 科学态度是个体对科学领域的心理学对象持有的观点, 包括认知和情感, 其中认知量表包括科学理论、科学解释和科学操作等 3 个维度, 情感量表包括科学活动、科学进步和科学职业 3 个维度^[6]。

国内外对科学态度的理解类似, 都包括认知、情感, 或者认知、情感、行为意向, 因此国外评价科学态度的内容在我国有一定的适用性, 为国内科学态度的测量提供借鉴。通过文献分析发现, 不同文化背景下的主体人群的差异显著, 比如不同国家的研究者应用 SAI II 在测量学生的科学态度, 探究出的维度是不同的^[7-8]。陈小松曾将 SAI II 当作校标以评价编制的科学态度量指标体系, 但未提供 SAI II 的信度与效度^[9-10]。此外, 即使在相同文化背景下, 若用同一份问卷分别测量的的大学生和中学生, 通过数据分析得到的问卷信效度也存在显著差异^[11]。因此, 有必要对 SAI II 所测的中国大学生科学态度结构进行检验。

本文对 SAI II 的修订, 包括条目的重新翻译、综合采用探索性因素分析和验证性因素分析考察量表的结构效度、检验修订后量表的内部一致性信度。

① 收稿日期: 2017-02-24

基金项目: 西南大学社科基金项目(WJ2015009); 重庆市研究生教育教学改革研究项目(yjg153064)。

作者简介: 丁晨晨(1991-), 女, 硕士研究生, 主要从事科学教育研究。

通信作者: 李太华, 博士, 副教授, 硕士研究生导师, 主要从事科学教育研究。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究采用方便抽样,以重庆市两个区的高校大学生作为样本.共发放问卷 600 份,剔除部分不合格的样本,最终获得有效问卷 549 份.其中男生 266 人,女生 271 人,性别缺失 12 人;大一占 25.7%,大二占 33.5%,大三占 22.8%,大四占 13.8%,年级缺失占 4.2%.

1.2 量表的翻译方法

由于 BRISLIN 翻译法可以保证翻译前后内容上的一致性^[12],因此本文采用该方法翻译 SAI II.先由修订小组(4 名本专业研究生)将原量表翻译成中文,再由两名精通英语的学生(一名为工科研究生,另一名为英语翻译专业研究生)将其独立回译成英文.修订小组认真对比原文和两份回译的量表,再对中文翻译进行修改,并重新进行回译.如此进行 4 轮后,发现回译的量表最接近原文,回译到此结束.再请 5 位本专业的研究生填写量表,并指出量表中有哪些不易理解的词汇.根据这 5 位同学的反馈,修订小组再对中文翻译进行修订.最终形成中文翻译版 SAI II.

1.3 统计方法

采用 SPSS21.0 和 AMOS21.0 进行数据整理和分析.

2 结 果

2.1 科学态度量表在大学生群体中的适用性分析

2.1.1 项目分析

将 549 名大学生中总分排在前 27%和后 27%的进行高、低分组,计算两组被试在各个项目上得分的差异.采用极端值的临界比来分析量表的条目时,一般将临界比值的 t 统计量的标准设为 3.000,以评价条目的鉴别度^[13].对高低组进行独立样本 t 检验,分析结果为:条目 12、条目 31、条目 39 的 t 值小于临界值,表明这 3 道题的区分度不好;剩余 37 个条目的高低分组得分差异均具有统计学意义($p<0.05$),且 t 值在 3.126~11.994 之间,均大于 3.000,表明这些条目具有良好的区分度.

表 1 中文翻译版 SAI II 的极端组比较与同质性检验

条目	t 检验	条目— 总量表 相关性	条目	t 检验	条目— 总量表 相关性	条目	t 检验	条目— 总量表 相关性	条目	t 检验	条目— 总量表 相关性
1	10.902*	0.438*	11	12.750*	0.451*	21	3.821*	0.132*	31	-4.215*	-0.177*
2	3.119*	0.108*	12	2.280*	0.081**	22	11.755*	0.464*	32	6.265*	0.224*
3	10.145*	0.415*	13	11.073*	0.414*	23	3.541*	0.137*	33	4.882*	0.236*
4	4.858*	0.193*	14	10.466*	0.428*	24	8.230*	0.349*	34	5.760*	0.240*
5	8.768*	0.390*	15	4.784*	0.228*	25	3.118*	0.140*	35	6.348*	0.264*
6	6.298*	0.290*	16	7.712*	0.335*	26	3.759*	0.186*	36	10.776*	0.425*
7	8.909*	0.393*	17	3.159*	0.133*	27	12.041*	0.479*	37	5.575*	0.264*
8	6.258*	0.243*	18	6.718*	0.280*	28	8.351*	0.353*	38	9.324*	0.406*
9	5.774*	0.223*	19	5.920*	0.225*	29	5.644*	0.221*	39	-0.539*	-0.002
10	7.988*	0.328*	20	5.159*	0.180*	30	10.056*	0.402*	40	7.895	0.355**

注: * 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关; ** 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关.

此外,再对 549 个样本进行同质性检验,分别计算各个条目与总量表的相关性.在同质性检验中,条目与量表的相关不仅要达到显著,而且两者间的相关要呈现中高度相关关系,即相关系数至少要在 0.4 以上^[13].从表 1 可看出,大部分条目与总量表间的相关系数不高,相关系数高于 0.3 的条目仅有 17 个,相关

系数最高的为 0.464(条目 22); 条目 31 和条目 39 的相关系数为负, 且条目 39 与总量表的相关并没有达到显著, 说明这两个条目与总量表的相关度不大.

对比极端组比较与同质性检验的结果可以发现, 有些条目在两组分析中均没有达到最低指标, 如条目 31 和条目 39, 不仅条目不具有区分度, 而且与总量表要测量的心理学特性几乎不相关.

2.1.2 结构效度和内部一致性信度

验证性因素分析中, 模型与数据拟合良好的标准如下: 卡方与自由度的比值(χ^2/df)一般小于 3, 同时概率 p 应大于 0.05(即假设模型与理论模型间差异不具有统计学意义); 比较拟合指数(CFI)和塔克-刘易斯指数(TLI)应大于 0.9, 越接近 1 越好; 近似均方根误差(RMSEA)要小于 0.08^[14-15]. 对原科学态度量表的 6 个维度做验证性因素分析, 结果为: $\chi^2(725) = 2\,439.37$ ($\chi^2/df = 3.365$), $p < 0.001$; RMSEA 为 0.066; CFI 为 0.534; TLI 为 0.499.

中文翻译版 SAI II 的科隆巴赫 α 信度系数是 0.68.

综合项目分析、验证性因素分析、内部一致性信度检验的结果, 需要对中文翻译版 SAI II 的条目进行修订, 并进一步探索该量表的维度结构.

2.2 中文修订版科学态度量表并评价其效度和信度

将 549 名被试随机分为两组, 一组($N=260$)用于探索性因素分析, 另一组($N=289$)用于验证性因素分析, 并分别计算两组样本的内部一致性信度.

2.2.1 探索性因子分析

采用不限制因子数的斜交旋转的方法探索因子个数, 结果为, KMO 值为 0.792, Bartlett 球形度检验 χ^2 值为 4 343.923, $p < 0.001$, 说明适合进行因素分析. 从特征根来看, 特征根值大于 1 的因子有 13 个, 而碎石图的拐点是在第 3, 4 个因子处. 结合特征根和碎石图, 确定公因子个数可能是 3 个或 4 个.

以因子载荷不小于 0.3、每个因子至少有 3 个条目为标准, 分别探索三因素模型四因素模型. 选择结构模型的标准是结构简单、因子容易命名(或解释), 因此最终确定了三因素结构模型. 3 个因子的特征值依次为 4.60, 3.69, 2.68, 贡献率依次为 11.50%, 9.23%, 6.69%, 累计贡献率为 27.42%. 各因子条目的载荷见表 2—表 4.

表 2 中文修订版 SAI II 因子 1“科学职业”的条目及因素载荷

条目	陈 述	载 荷
22	我不想成为科学家.	0.72
36	我想成为一名科学家.	0.65
1	我喜欢学习科学.	0.62
14	科学工作对我而言太困难了.	0.59
30	我可能不会有重大发现, 但科学工作会是有趣的.	0.50
13	对科学知识的探索会是令人乏味的.	0.48
17	我乐意与其他科学家合作来解决科学问题.	0.48
40	在科学实验室工作会是有趣的.	0.47

表 3 中文修订版 SAI II 因子 2“理解和解释”的条目及因素载荷

条目	陈 述	载 荷
33	感知是科学家具有的最重要的工具之一.	0.52
20	科学家必须具有良好的想象力才能创造新观点.	0.39
21	观点是科学的重要结果.	0.33
18	优秀的科学家乐意改变他们的观点.	0.32
23	人们必须理解科学, 因为科学影响着他们的生活.	0.32
29	每一位公民都应该懂科学.	0.31
10	科学家并非总能找到问题的答案.	0.32

表 4 中文修订版 SAI II 因子 3“批判思维”的条目及因素载荷

条目	陈 述	载 荷
5	如果一个科学家说一个观点是正确的, 其他科学家都会相信.	0.82
26	如果一个科学家不能回答一个问题, 其他的科学家能回答.	0.68
7	我们总能通过询问科学家得到问题的答案.	0.67
11	当科学家有了好的解释, 他们就不尝试使它变得更好了.	0.65
3	一个新的观点, 除非所有人都赞同, 否则没必要听.	0.64
6	只有训练有素的科学家才能理解科学.	0.57
35	科学规律已经被证实超越了所有可能的疑问.	0.45
10	科学家并非总能找到问题的答案.	0.32

对原量表进行修订后, 删除了 18 个条目, 保留了 22 个条目, 并提取出 3 个因子. 其中因子 1“科学职业”包含 8 个条目, 考察学生对科学学习及相关活动的态度; 因子 2“理解和解释”包含 6 个条目, 考察学生对科学的认识; 因子 3“批判思维”包含 8 个条目, 考察学生是否具备独立思考、反思的能力, 这是科学教育中很重要的一个方面.

2.2.2 验证性因素分析

当某因子的若干条目有明显的相似时, 这些条目间会产生相关误差. 为了优化结构模型, 分别对 22 题和 36 题、30 题和 40 题进行关联. 用 AMOS 21.0 计算数据与三因素结构模型的拟合指标, 各拟合指标为: $\chi^2(205)=496.89(\chi^2/df=2.42)$, $p<0.001$; RMSEA 为 0.070; CFI 为 0.744; TLI 为 0.712. 由于卡方 χ^2 的概率 p 小于临界值(0.05)——说明三因素结构与理论模型间的差异具有统计学意义, 且 CFI 和 TLI 的值未达到 0.9——说明三因素结构与理论模型的拟合度较低.

分别对该量表的三个因素进行因素分析, 发现只要因子 1 的指标有显著提高: $\chi^2(18)=52.53(\chi^2/df=2.92)$, $p<0.001$; RMSEA 为 0.082; CFI 为 0.940; TLI 为 0.907. 虽然 CFI 和 TLI 有明显提高, 但该结构与理论模型间的差异仍然具有统计学意义($p<0.05$).

2.2.3 中文修订版 SAI II 的信度

信度表示量表的内部一致性程度. 分别用探索性因素分析、验证性因素分析的数据, 计算各因素及总量表的科隆巴赫 α 信度系数(表 5). 从表 5 中可以看出, 因子 2 的信度系数较低, 此外, 对于不同的数据组, 因子 2 的信度系数相差较大, 这说明该因素的稳定性较差.

表 5 各因子及总量表的科隆巴赫 α 信度系数

	因子 1	因子 2	因子 3	总量表
条目/个	8	6	8	22
探索性因素分析($N=260$)	0.80	0.59	0.68	0.73
验证性因素分析($N=289$)	0.80	0.48	0.69	0.72

3 讨 论

3.1 中文修订版 SAI II 的信度和效度

本研究采用因素分析对 SAI II 进行修订, 在探索性因素分析和验证性因素分析两组数据中, 三因素结构中各维度的内部一致性系数分别为 0.80 和 0.80(科学职业)、0.59 和 0.48(理解和解释)、0.68 和 0.69(批判思维), 总量表的内部一致性系数分别为 0.73 和 0.72. 除了“理解和解释”这一维度的信度系数很低、稳定性差外, 其他的信度系数都在尚可接受的范围. 在三因子结构的构想效度检验中, CFI 和 TLI 均小于 0.80, 且三因素模型与数据间的拟合度不好($p<0.05$), 因此修订后的 SAI II 仍不具有较好的构想效度.

3.2 SAI II 的跨文化适用性

LICHTENSTEIN 等人^[7]与 FAITH 等人^[8]分别在美国和土耳其, 对 SAI II 进行修订并评价其信度和效度(表 6), 他们对修订后的量表得出了截然相反的结论——前者的研究结果为该量表不具备良好的信

效度,而后者的研究结果为该量表具备良好的信效度.

表 6 LICHTENSTEIN 等人与 FAITH 等人对 SAI II 修订的结果

SAI II 修订版	被试	因子结构	最终保留 条目数	拟合指标				信度指标
				χ^2	CFI	TLI	RMSEA	科隆巴赫 α 信度
LICHTENSTEIN 等人	中学生	三因子	27	1.918 ($p<0.05$)	0.831	—	0.058	0.59~0.85
FAITH 等人	大学生	四因子	26	1.54	0.91	0.90	0.046	0.77~0.78

对比本研究与 LICHTENSTEIN 和 FAITH 的研究结果可以看出:在不同国家,采用同样的研究方法对同一量表进行信度、效度分析,量表的信度会有较大差别,探索出来的因子结构也不相同.虽然本研究和 LICHTENSTEIN 等人的研究都是三因子结构,但各维度下包含的条目也不尽相同,这说明不同背景的学生对一些条目的表述理解不同.这与 SHRAUGER 提出的行为归类假设^[16]类似,即不同文化背景中的群体会对同一观念形成不同的刻板印象,因而会把它们归到不同维度下.由此可见,科学态度量表所测量的科学态度维度在不同国家、不同人群中的适用性不同.

有的研究表明,国外的问卷在国内测量相应的心理学特性有比较好的信效度^[17].但是本研究发现,SAI II 量表在中国大学生群体是不具备良好的信效度的.因此,研究者在引入其他国家的科学态度测评工具时,必须先对该工具进行文化适应性修订,并检验其信度与效度,看其是否可以继续使用;或者详细查找与该测评工具相关的研究,证明该测评工具有较好的信度与效度,并且适用于既定的被试.只有使用信度、效度良好的测评工具来评价学生,研究结果才能给教学提供具有价值的参考建议.

4 小 结

中文修订版本 SAI II 共有 3 个维度,分别为科学职业、理解和解释和批判思维,各维度包含 8,6,8 个条目.对 22 个条目进行验证性因素分析结果为: $\chi^2/df=2.42$, $p<0.001$,RMSEA 为 0.070,CFI 为 0.744,TLI 为 0.712,模型拟合度不好,说明该模型不具备良好的建构效度.分别对探索性因素分析和验证性因素分析的数据进行内部一致性检验,信度系数分别为 0.72 和 0.73,且各维度的信度系数中,因子 2 的信度系数低于 0.6,使得量表整体的可信度不高.因此,中文修订版 SAI II 不具有良好的心理测量学指标.

参考文献:

[1] 沈 嵘,郭玉英,曾 路.在探究过程中培养学生的科学态度[J].学科教育,2003(12):28—31.

[2] 赵婀娜,赵婷玉.《中国学生发展核心素养》发布[EB/OL].(2016—9—14)[2016—12—21].<http://zj.people.com.cn/n2/2016/0914/c186327-29000122.html>.

[3] 中华人民共和国教育部.《关于政协十二届全国委员会第四次会议第 3794 号(科学技术类 167 号)提案答复的函》[EB/OL].(2016—11—7)[2016—12—21].http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/xxgk_jyta/jyta_kjs/201611/t20161129_290420.html.

[4] 俞国良.社会心理学[M].北京:北京师范大学出版社,2006:204.

[5] MOORER W, FOY R L H. The Scientific Attitude Inventory: A Revision SAI II[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1997, 34(4): 327—336.

[6] MOORER W, SUTMAN F X. The Development, Field Test and Validation of an Inventory of Scientific Attitudes[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1970, 7(2): 85—94.

[7] LICHTENSTEIN M J, OWEN S V, BLALOCK C L, et al. Psychometric Reevaluation of the Scientific Attitude Inventory-Revised (SAI-II)[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2008, 45(5): 600—616.

[8] FATIH Ö, PINAR Ç, İIHAN S. Psychometric Evaluation on the Turkish Adaption of the Scientific Attitude Inventory[J]. Journal of Baltic Science Education, 2012, 11(1): 7—15.

[9] 陈小松.从中学物理教育探究科学态度及其评价(上)[J].学科教育,2001(6):47—49.

[10] 陈小松. 从中学物理教育探究科学态度及其评价(下) [J]. 学科教育, 2001(7): 34—37.

[11] 王鑫强, 游雅媛, 张大均. 生命意义感量表中文修订版在大学生中的信效度及心理素质的关系 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2016, 38 (10): 161—167.

[12] BRISLIN R W. Back-Translation for Cross-Cultural Research [J]. Journal of Cross-Cultural Psychology, 1970, 1(3): 185—216.

[13] 吴明隆. 问卷统计分析实务-SPSS 操作与应用 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2010: 178, 183.

[14] 吴明隆. 结构方程模型: AMOS 的操作与应用 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2009: 52—53.

[15] 王鑫强, 张大均, 张雪琪. 简明大学生心理素质量表(健康版)的修编及信效度检验 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2017, 39(8): 126—132.

[16] 王登峰, 崔红. 人格结构的行为归类假设与中国人人格的文化意义 [J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2006, 36(1): 26—34.

[17] 范晓兰, 韦嘉, 张进辅. 社会联结量表修订版在中学生群体中的信效度检验 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(8): 118—122.

On Psychometric Evaluation of the Scientific Attitude Inventory-Revised (SAIII) Chinese Version

DING Chen-chen, LI Tai-hua, LU Xiao-feng, MAO Yu-ting

1. School of Physical Science and Technology, Southwest University, Chongqing 400715, China;
2. Research Center of Science Education, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: English version of SAI II has been translated into Chinese version by BRISLIN method, and the Chinese version scale has been distributed to 549 undergraduates chosen by convenient sample, based on which data has been analyzed by factor analysis and item analysis in order to evaluate its reliability and validity. Results show that original factor structure is not supported by confirmatory factor analysis (CFA). Three factors are abstracted by exploration factor analysis (EFA) and CFA, including science vocation, understanding and explaining, and critical thinking. In addition, item factor loading is between 0.32 to 0.82, and these three factor haven't satisfied validity indexes. Besides, Cronbach's coefficients of total scale were less than 0.8. According to analysis above, the SAI II does not have satisfactory psychometric properties, and is not suitable to evaluate Chinese undergraduate students' scientific attitude.

Key words: the scientific attitude inventory-revised; reliability; validity; undergraduate students

责任编辑 潘春燕