

基于SEM的中成药科技竞争力模型研究

程煜华¹ 刘立营² 李文姗² 张秀梅¹ 李耿³ 杨洪军⁴

(1. 中国科学技术信息研究所, 北京 100038; 2. 北京万方数据股份有限公司, 北京 100038;
3. 中日友好医院, 北京 100029; 4. 中国中医科学院中药研究所, 北京 100700)

摘要: 为了进一步完善中成药科技竞争力评价的理论基础, 检验评价所用的指标、测度方法, 建立更完善的评价体系, 本文在已有中成药科技竞争力评价研究工作的基础上提出中成药科技竞争力模型, 并结合实际样本数据, 运用结构方程方法对模型进行检验。结果显示, 此前评价方法整体合理, 但结合具体样本数据, 通过统计检验方法也反映了个别指标和部分权重的不合理性, 可在后续评价中继续完善。同时, 也显示本文提出的中成药科技竞争力模型整体上合理, 但需要进一步考虑中成药企业非公开信息所反映的能力以便能够完整地反映中成药科技竞争力。

关键词: 中成药, 科技竞争力, 指标体系, 结构方程模型, SEM

中图分类号: G311

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2019.04.011

Research to Competence Model of Science and Technology of Chinese Patent Drug Based on SEM

CHENG Yuhua¹, LIU Liying², LI Wenshan², ZHANG Xiumei¹, LI Geng³, YANG Hongjun⁴

(1. Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038; 2. Beijing Wanfang Data Co, Ltd., Beijing 100038; 3. China-Japanese Friendship Hospital, Beijing 100029; 4. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700)

Abstract: In order to improve the theoretical basis for the evaluation of competence of scientific and technology, test and evaluate the index, measure method, and establish a more perfect evaluation system, this paper puts forward the competence model of science and technology of Chinese patent drug based on previous work, and uses the Structural Equation Model(SEM) together with sample data to test the model. The result shows that the previous evaluation method is reasonable on the whole, but with the specific sample data, the statistical test method also reflects that some individual index and weight is improper, needing further improvement. The results also shows that the science and technology competence model of Chinese patent drug also has certain rationality, but also the competence reflected by nonpublic information of Chinese patent medicine enterprises should be taken into consideration.

Keywords: Chinese patent drug, competence of science and technology, index system, Structural Equation Model, SEM

作者简介: 程煜华 (1982—), 男, 情报学博士, 中国科学技术信息研究所博士后, 研究方向: 医学信息服务、信息检索 (通讯作者); 刘立营 (1986—), 女, 硕士, 北京万方数据股份有限公司产品经理, 研究方向: 医学信息服务; 李文姗 (1990—), 女, 医学硕士, 北京万方数据股份有限公司产品经理, 研究方向: 医学信息服务; 张秀梅 (1973—) 女, 情报学博士, 中国科学技术信息研究所副编审, 研究方向: 数字出版、医学信息服务; 李耿 (1978—), 男, 博士, 国家卫健委中日友好医院副主任药师, 研究方向: 中药质量研究、中药产业科技研究; 杨洪军 (1972—), 男, 博士, 中国中医科学院中药研究所研究员, 博士生导师, 研究方向: 基于整合药理学的中药新药设计、中药产业研究。

基金项目: 国家重点研发计划“精准医学研究”专项“基于远程/移动医疗网络的精准医疗综合服务示范体系建设与推广”(2017YFC0909900)。

收稿时间: 2018年8月7日。

0 引言

中成药的科技价值与临床价值、市场价值是衡量中成药价值的三大核心因素，在中成药品种开发和发展中，相关中医药理论的发展创新、药物机制机理的揭示、质量控制技术方法研究与提升以及临床应用安全、有效、经济、适用等问题的研究都是中成药发展中不可回避的重要问题^[1]。为了评估我国中成药科技发展现状，本研究团队自2016年起，连续两年开展了中药大品种科技竞争力评价研究工作，先后发布了《中药大品种科技竞争力报告（2016）》^[2]《中药大品种科技竞争力报告（2017）》^[3-4]。此前评价工作按照“投入—产出—产品形成—科技影响”这个基本脉络，结合评估的可获取性因素，通过行业专家调研与访谈、德尔菲法、层次分析法等研究方法确定评价指标与权重，并收集客观、可公开获取的测度数据，形成了图1的中药大品种科技竞争力评价指标体系。利用该体系对品种科技竞争力进行评价，其评价结果一定程度上反映了中成药品种的科技竞争力。

但是，层次分析法的权重确定主要考虑拟采用指标之间的相对重要性关系，将专家的主观定

性评价转换为定量的权重体系，关注不同专家观点、评分的一致性，但对整体理论模型、指标体系的合理性关注不足，对整体模型与数据评测方法之间的关联性关注不足。而这些问题有待于进一步研究。此外，已有的评价模型更加侧重于将行业专家的主观认定作为评判依据，尚缺乏较为坚实的理论支撑，整体的理论模型需要进一步研究。

本文拟采用结构方程方法（Structural Equation Modeling, SEM）对中药科技竞争力评价的理论模型、指标体系进行进一步验证与研究。SEM是一般线性模型的扩展，主要研究不可观测变量（潜变量）与可测量变量之间关系以及潜变量之间的关系^[5]，是开展社会科学研究的一种比较流行成熟的方法，常应用于评价指标体系的构建与验证中。

结构方程模型整合了路径分析、验证性因素分析与一般统计检验分析，可同时分析一组具有相互关系的方程式，尤其是具有因果关系的方程式。这种可同时处理多组变量之间关系的能力，有助于开展探索性分析和验证性分析^[5]。

结构方程模型中根据变量特点将变量分为外源变量与内生变量、观测变量与潜在变量，进而

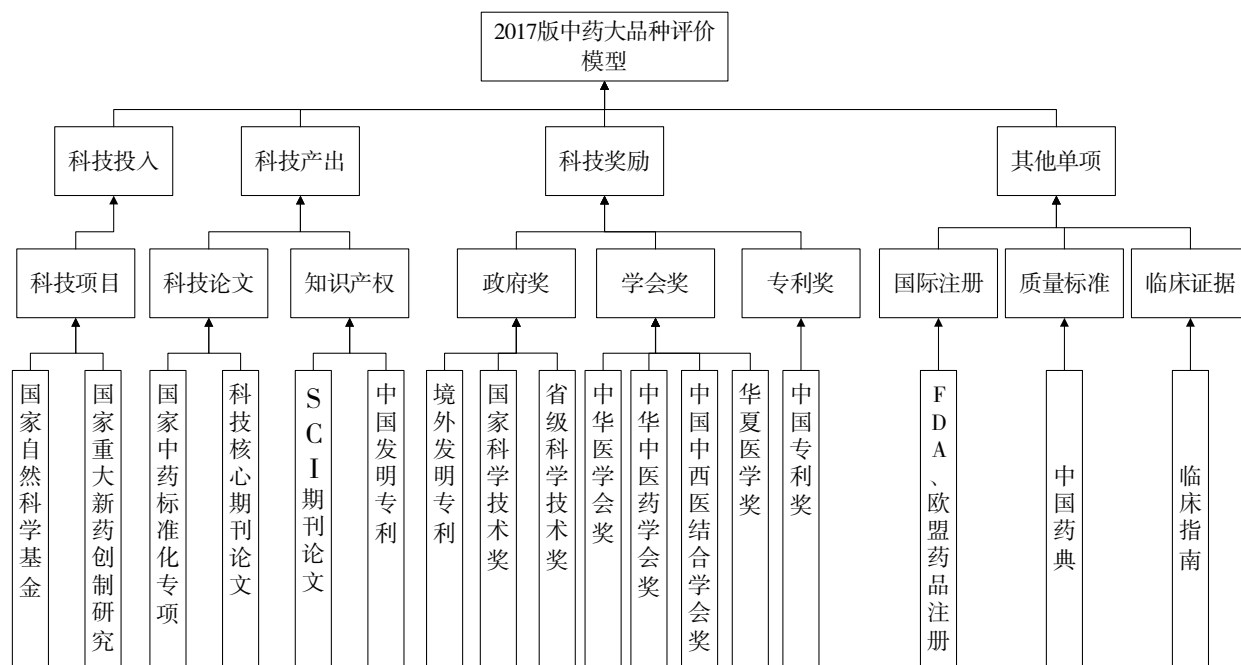


图1 2017版中药大品种科技竞争力评价指标体系

可以组合为观测外源变量、观测内生变量、潜在内生变量、潜在外源变量。在路径图中用不同的图形来表示。带有潜在变量的结构方程模型有两种模式：结构模式、测量模式。其中，结构模式用于说明潜在变量之间的结构关系。在测量模式中，又分为反应性测量与形成性测量两类，前者以潜在变量为因，测量指标为果，反映的是潜在构念对测量变量的影响；后者以测量变量为因，潜在变量为果^[5]。

此外，结构方程模型对确定评价要素的内在逻辑结构、要素与其测量指标之间的关系以及指标的筛选，有其适用性。

1 评价模型的提出

在前期的中药大品种科技竞争力评价研究中，根据中成药行业特点，评价着重关注了科技投入，科技产出、形成技术标准或完成国际注册、科技类奖励认可等4个方面因素，并利用可公开获取的指标对品种科技竞争力进行评价。上

述几类指标可以总结为中成药品种相关的投入能力、产出能力、标准化能力与科技影响力，这些能力综合形成了整体的科技竞争力。

而中药科技竞争力大品种评价中所采用的各个指标是相应能力的一种体现，因此，按照结构方程模型，本文提出如图2的中成药科技竞争力假设模型（其中，从简约化原则出发，对部分可合并同类指标进行了合并处理），其中各项测量变量的来源与测量方法见表1。

需要特别说明的是，上述假设模型是一种反应性测量模型，而不是形成性模型，这说明具体指标项，如获得国家自然科学基金项目的测量指标是对中成药品种所具备的科技投入能力的一种反映。上述模型是一个二阶模型：模型中将中成药的科技竞争力这一构念分解为投入能力、产出能力、标准化能力和科技影响力4个构念，进而用一些具体指标来反映这些构念，因此需要按照结构方程的二阶测量模型的验证方法对假设模型进行验证。

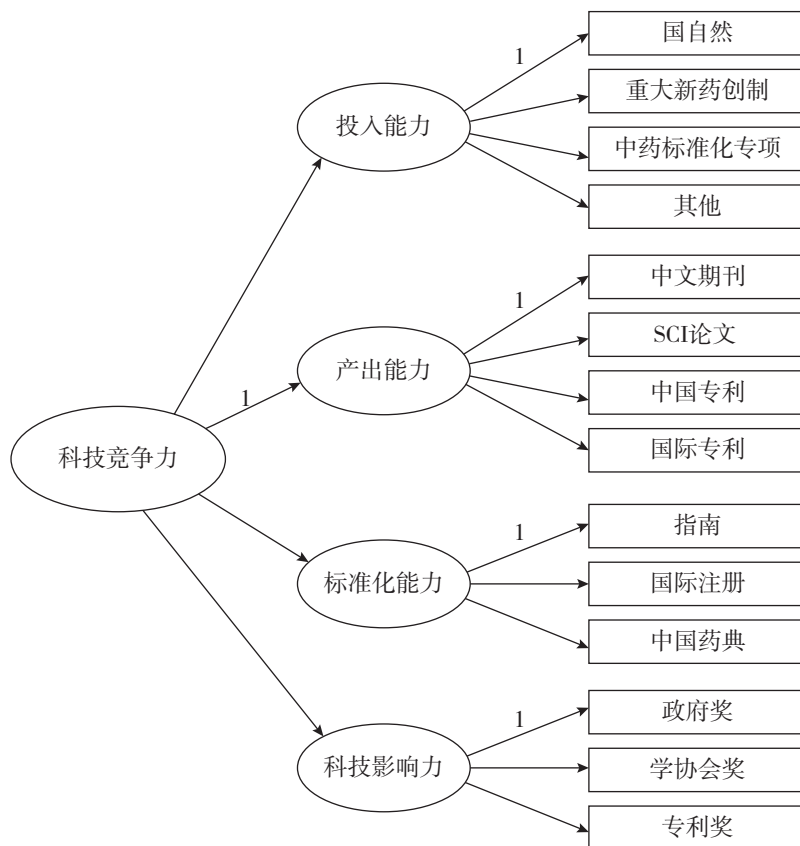


图2 中成药科技竞争力模型（假设模型）

针对上述假设模型,本文按照文献[6]介绍的结构方程模型的模型研究与验证过程对其进行验证,使用AMOS 22 绘制模型并进行参数检验。具体步骤如下。

(1) 准备样本数据,使用2017版中药大品种科技竞争力报告中收集的538个品种的数据,计算各指标取值,并使用离差标准化的方法进行数据归一化处理;

(2) 在AMOS绘制中假设模型,对模型中的一阶部分进行验证与参数估计,进一步进行统计分析;

(3) 在AMOS绘制中假设模型,对整体模型进行验证与参数估计,进一步进行统计分析。

2 一阶测量模型验证结果

应用AMOS建立假设模型,使用全部2017版中药大品种科技竞争力报告中收集的538个品种的归一化统计数据,估计方法使用最大似然估计,结果显示,卡方值为380.464,自由度为71(P值=0.000,小于0.001);卡方自由度比为5.359,不在可接受范围内容;RMR为0.002,GFI为0.914,在可接受范围内;AGFI为0.873,RMSEA为0.9,均不在可接受范围内。说明整体模型欠佳,详细结果见图3,可接受取值范围参考文献[7]。

一阶样本系数估计结果看,“标准化能力→

药典”的路径P值为0.728,无法拒绝零假设。其他路径系数结果及统计检验结果均为可接受值,见表2。

针对上述情况,进一步获取协方差修正指标结果,取修正指标卡方值(modification indices, M.I.) 阈值大于10的修正指标(表3)。其中 $e_1 \leftrightarrow e_6$, $e_4 \leftrightarrow e_{13}$, $e_7 \leftrightarrow e_{12}$, $e_8 \leftrightarrow e_{10}$, $e_9 \leftrightarrow e_{14}$ 等几组残值具有相关关系,并对模型整体有正向关系,可作为修正指标。 $e_4 \leftrightarrow e_5$ 虽然存在相关关系,但是具有负向效应,不宜纳入。

基于上述结果,将测量变量残值间关系 $e_1 \leftrightarrow e_6$, $e_4 \leftrightarrow e_{13}$, $e_7 \leftrightarrow e_{12}$, $e_8 \leftrightarrow e_{10}$, $e_9 \leftrightarrow e_{14}$ 纳入模型,并根据路径系数检验结果,删除“标准化能力→药典”,构造修正后模型。使用同样样本数据,估计方法使用最大似然估计。结果显示,卡方值为154.883,自由度为54(P值=0.000,小于0.001);卡方自由度比为2.868;RMR为0.001,GFI为0.960,AGFI为0.932,RMSEA为0.59。各项检验结果均表明该模型适配度良好,见图4。

路径系数结果显示,假设投入能力与中药标准化专项间的路径系数为1,投入能力与重大新药创制项目、国自然项目、其他项目直接的路径系数分别为0.58、0.385、0.067;假定产出能力与SCI论文指标的路径系数为1,其与中文期刊、中国专利、国际专利的路径系数分别为

表1 测量指标与基本计算方法

序号	指标名	图中简称	说明	计算方法
1	国家自然科学基金项目	国自然	与品种相关的国家自然科学基金项目	数量
2	国家中药标准化专项	中药标准化专项	与品种相关的中药标准化专项项目	数量
3	国家重大新药创制研究项目	重大新药创制	与品种相关的重大新药创制项目	数量
4	其他省部级项目	其他	与品种相关可公开获得的省部级项目	数量
5	中文期刊发文	中文期刊	品种相关的中文核心期刊发文	数量
6	SCI期刊发文	SCI论文	品种相关的SCI期刊发文	累计影响因子
7	中国注册发明专利	中国专利	品种相关的中国发明专利	数量
8	国际注册发明专利	国际专利	品种相关的国际发明专利	数量
9	临床指南收录	指南	品种被指南推荐情况	数量
10	国际注册	国际注册	品种按照欧美标准进行审批注册情况	数量
11	中国药典收录	中国药典	品种被中国药典收录情况	数量
12	政府科技奖	政府奖	品种获得的政府科技奖	数量与获奖等级加权
13	学协会科技奖	学协会奖	品种获得的学协会奖	数量与获奖等级加权
14	中国专利奖	专利奖	品种获得的中国专利奖	数量与获奖等级加权

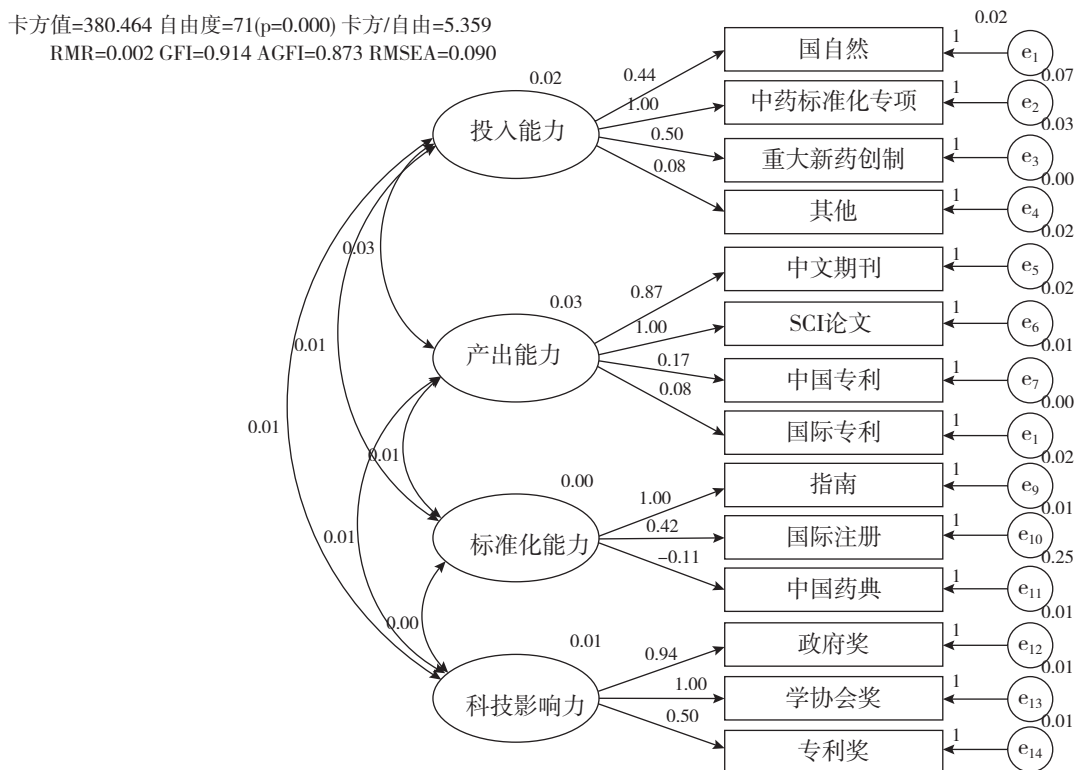


图3 初始一阶模型检验结果

表2 初始一阶模型路径系数结果

路径	估计值	标准误	临界比	P值	标签
其他←投入能力	0.078	0.016	4.941	***	par_1
重大新药创制←投入能力	0.589	0.069	8.539	***	par_2
中药标准化专项←投入能力	1.000				
国自然←投入能力	0.442	0.055	7.993	***	par_3
中文期刊←产出能力	0.866	0.054	15.999	***	par_4
SCI论文←产出能力	1.000				
中国专利←产出能力	0.171	0.026	6.587	***	par_5
国际专利←产出能力	0.083	0.016	5.186	***	par_6
政府奖←科技影响力	0.944	0.114	8.252	***	par_7
学协会奖←科技影响力	1.000				
专利奖←科技影响力	0.501	0.076	6.604	***	par_8
国际注册←标准化能力	0.424	0.091	4.634	***	par_9
中国药典←标准化能力	-0.108	0.310	-0.347	0.728	par_10
指南←标准化能力	1.000				

0.927、0.173、0.078；科技影响力方面，假定与学协会奖路径系数为1，与政府奖、专利奖路径系数分别为0.999、0.466；标准化能力方面，假定与指南路径系数为1，与国际注册的路径系数为0.420。

进一步考察修正后一阶模型路径系数检验结果接潜在变量相关性结果，均通过统计检验。潜

在变量相关性结果显示，投入能力与产出能力，产出能力与标准化能力、产出能力与科技影响力3组相关性较其他3组关系略强，但相关度水平均不高。相关结果分别见表4、表5。

3 建立二阶模型

在修正后一阶模型的基础上，引入整体科技

表3 初始模型协方差修正指标

相关变量	修正指标卡方值	期望参数改变量
$e_{14} \leftrightarrow$ 标准化能力	10.335	0.001
$e_{14} \leftrightarrow e_9$	19.292	0.002
$e_8 \leftrightarrow e_{10}$	105.643	0.003
$e_7 \leftrightarrow e_{12}$	29.203	0.003
$e_1 \leftrightarrow$ 产出能力	12.798	0.003
$e_1 \leftrightarrow e_6$	15.249	0.004
$e_2 \leftrightarrow$ 标准化能力	14.474	0.005
$e_2 \leftrightarrow e_9$	10.136	0.004
$e_4 \leftrightarrow e_{13}$	18.968	0.001
$e_4 \leftrightarrow e_5$	16.956	-0.001

竞争力这个二阶潜在变量，建立二阶模型。使用同一样本数据，估计方法使用最大似然估计。结果显示，卡方值为158.131，自由度为56（P值=0.000，小于0.001）；卡方自由度比为2.824；RMR为0.001，GFI为0.959，AGFI为0.933，RMSEA为0.58，上述检验结果均表明该整体模型适配度良好，见图5。

但标准化回归系数中科技竞争力与投入能力、科技竞争力与标准化能力之间的回归系数均不在[-1, 1]区间内，整体模型仍然需要进一步

完善。

4 结果分析与讨论

根据上述统计检验结果，有以下几方面问题值得进一步关注。

4.1 关于整体模型

在本文的中成药科技竞争力模型中，将中成药科技竞争力分解为科技投入能力、科技产出能力、标准化能力、科技影响力4个维度，并进一步将此此前评价研究中调研的指标项作为各个维度的测度指标。在4个维度与测度指标层面，模型通过统计检验，具有合理性；但在整体科技竞争力和4个维度的对应关系方面，整体测度通过统计检验，但部分指标间关系的方差值未在合理范围内，整体模型仍然有待调整和优化。这一结果很可能与科技竞争力评价中所采用的指标均为公开可获取的指标有关，而中成药品种的科技竞争力除了公开可获取指标所反映的内容外，企业自身的投入、人才队伍建设、内部技术方法积累

卡方值=154.883 自由度=54 (p=0.000) 卡方/自由=2.868
RMR=0.001 GFI=0.960 AGFI=0.932 RMSEA=0.059

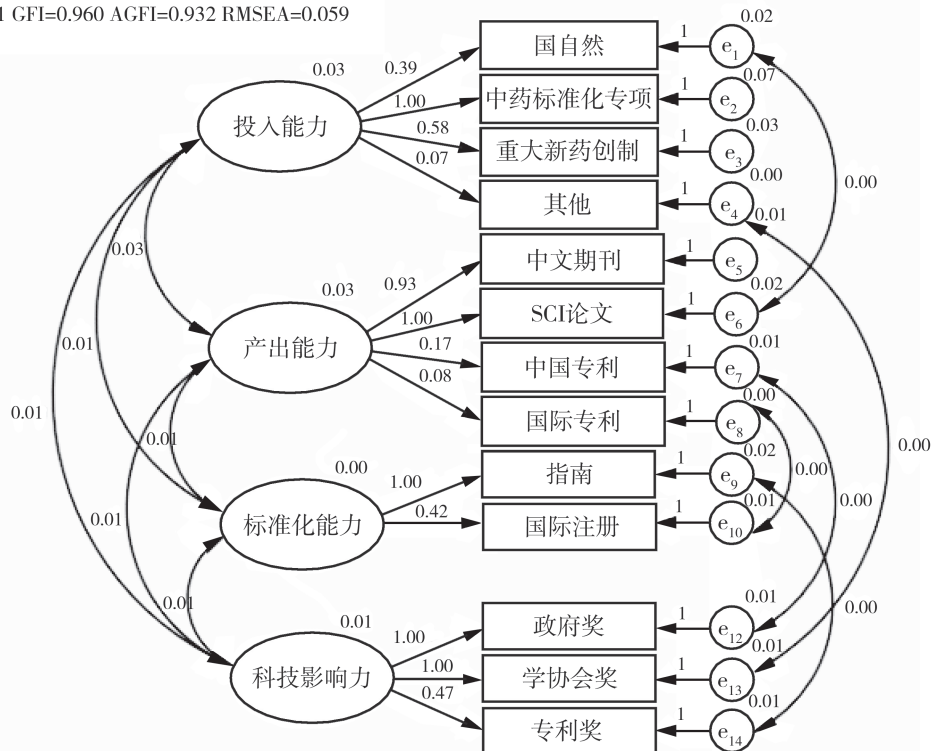


图4 修正后一阶模型检验结果

表 4 修正后一阶模型路径系数结果

路径	估计值	标准误	临界比	P 值	标签
其他←投入能力	0.067	0.016	4.284	***	par_1
重大新药创制←投入能力	0.580	0.067	8.640	***	par_2
中药标准化专项←投入能力	1.000				
国自然←投入能力	0.385	0.053	7.243	***	par_3
中文期刊←产出能力	0.927	0.062	15.030	***	par_4
SCI论文←产出能力	1.000				
中国专利←产出能力	0.173	0.027	6.376	***	par_5
国际专利←产出能力	0.078	0.017	4.685	***	par_6
政府奖←科技影响力	0.999	0.125	8.002	***	par_7
学协会奖←科技影响力	1.000				
专利奖←科技影响力	0.466	0.078	5.978	***	par_8
国际注册←标准化能力	0.420	0.090	4.687	***	par_9
指南←标准化能力	1.000				

表 5 一阶检验潜在变量相关度

相关变量	估计值	标准误	临界比	P 值	标签
投入能力↔产出能力	0.010	0.001	8.073	***	par_11
投入能力↔标准化能力	0.005	0.001	6.900	***	par_12
投入能力↔科技影响力	0.005	0.001	6.939	***	par_13
科技影响力↔标准化能力	0.004	0.001	6.751	***	par_14
产出能力↔标准化能力	0.010	0.001	8.663	***	par_15
产出能力↔科技影响力	0.008	0.001	7.487	***	par_16

卡方值=158.131 自由度=56 (p=0.000) 卡方/自由=2.824
RMR=0.001 GFI=0.959 AGFI=0.933 RMSEA=0.058

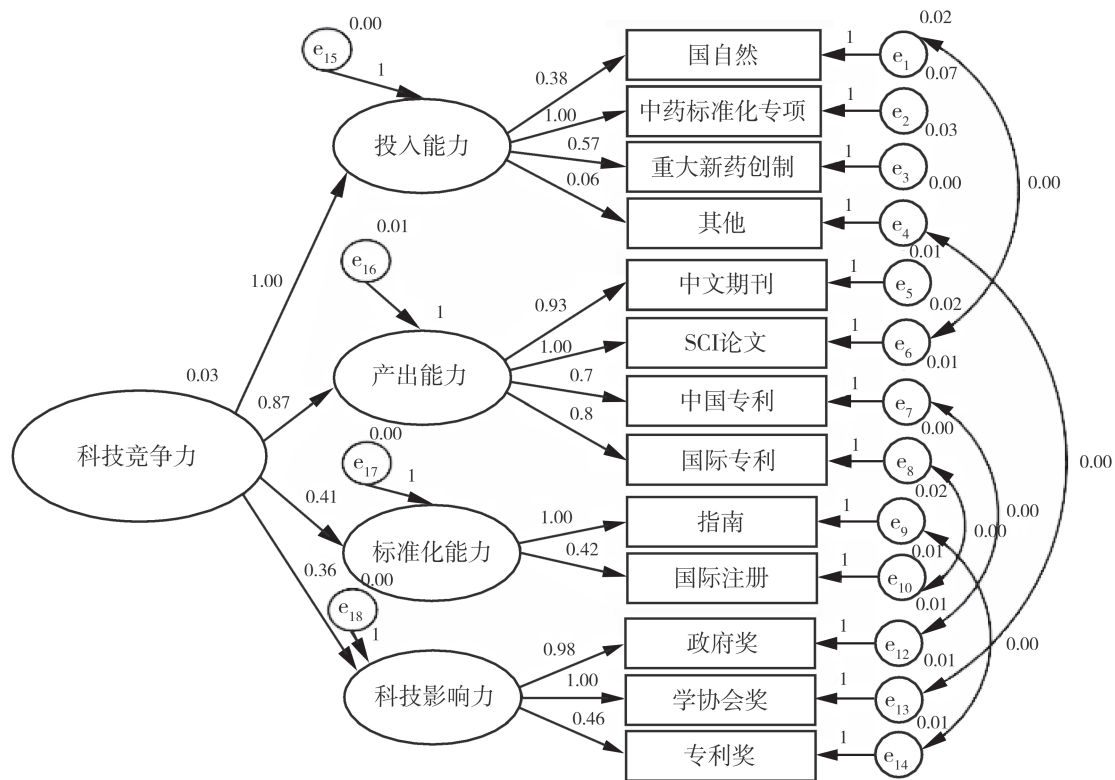


图 5 二阶模型检验结果

等多方面内容都反映了科技竞争力,并且这些内部因素将导致4个测度维度之间关联度不高(修正一阶模型的相关度结果为正反映了这一问题)。这种不相关性或不一致性,一方面说明需要考虑更多的内部因素来建构更加完整的模型,另一方面也要求若基于公开数据进行竞争力评价,需要采用多维度指标进行综合评估,避免单一或少量指标的不全面性。

4.2 一阶模型的路径系数反映的重点问题

(1) 科技投入能力与中药标准化专项、重大新药创制项目、国自然项目、其他项目之间的路径系数分别为1、0.58、0.385、0.067。上述路径系数反映了品种科技投入能力的提升与获得外部项目支持数量增长的相关程度。其中,重大新药创制项目与国家自然科学基金项目,尽管前者资助规模更大、复杂性更高,但更贴合中成药品种开发,而国家自然科学基金项目则对基础研究要求更高,因此从统计结果来看前者相对容易获得。而其他专项,由于研究数据问题,大部分数据无法公开获取,因此其结果反而要低于其余3项。

(2) 产出能力与SCI论文、中文期刊、中国专利、国际专利的路径系数分别为1、0.927、0.173、0.078,论文与专利的路径系数所反映的难易程度与此前评价研究中层次分析法打分结果具有方向趋同性,但中英文论文的相对程度与层次分析法差异明显。论文与专利关系的一致性可能表明,中成药品种更容易发表科技论文而非形成专利,因为论文发表一部分是企业自身完成,更大一部分是由医务人员完成。后者一方面作为专业科研人员有能力也有内在的动力,另一方面企业学术营销活动也会激励医务人员开展品种相关的研究并发表论文,这对企业品种而言就不单单是科技活动了。而专利往往是企业自身或者核心合作研究机构完成,通常主要都是科技研发。中英文论文路径系数差异与主管打分的差异,可能与测度方法差异有关:前者是累计影响因子,后者是论文篇数。中国专利与国家专利的路径系数差异符合一般认知。中成药品种普遍重视国内市场,对走向国际的关注度却较弱,因而普遍不

太重视国际专利申请。

4.3 对一阶模型的修正因素及其意义

对一阶模型修正时主要考虑了增加残值间相关性,删除标准化能力中的药典收录项。关于药典收录指标问题,药品被药典收录有两类情况:一是企业新研发品种被收录,二是品种按照药典生产。前者反映品种自身可能能力,后者无法反映其科技能力特征。因此被药典收录的情况若不加识别,则其与标准化能力乃至科技竞争力关联性不大,应该排除。几组残值也反映了以下特点。

(1) $e_1 \leftrightarrow e_6$: 是国家自然与SCI论文指标残值间关系。由于国家自然项目通常有SCI论文发表要求,二者之间存在关联具有合理性;

(2) $e_4 \leftrightarrow e_{13}$: 其他政府项目与学协会奖项关系。其他项目主要指行业部委的项目,行业部委支持项目与行业性奖励之间存在联系具有一定的合理性;

(3) $e_7 \leftrightarrow e_{12}$: 中国专利与政府奖的关系。政府奖对科技产出通常会有要求,但中成药方面的专利与政府相关奖励之间的具体关联关系需要进一步探究;

(4) $e_8 \leftrightarrow e_{10}$: 国际专利与国际注册的关系。企业在走向国际的过程中开展专利保护,二者之间的联系具有合理性;

(5) $e_9 \leftrightarrow e_{14}$: 反映了指南与专利奖之间的相关性,这二者的相关关系尚需进一步探究。

4.4 研究方法与应用

本文采用了SEM方法,结合具体品种数据,对本文的科技竞争力模型进行了进一步验证。验证结果反映了之前评价模型整体上具备一定的合理性,也反映了个别指标的适用性还有待推敲。结合测量数据对指标项的路径系数测度部分结果与主观打分存在差异,这种差异一方面可能来源于主观的认知偏差,另一方面可能在于主观打分未能与测度方法相结合。针对这两个问题,在评价过程中引入SEM方法是非常有意义的。评价中反映的残值间的关系有待进一步确认,在后续评价或者提升过程中可以关注两两之间关系、综合

提升。

5 结论

本文基于此前的中成药科技竞争力评价,提出了中成药科技竞争力模型,并采用了结构方程方法对模型和其中的参数取值进行了检验与验证。结果表明:(1)显示了此前评价方法的整体合理性,但结合具体样本数据,通过统计检验方法也反映了个别指标和部分权重的不合理性,可在后续评价研究中继续完善;(2)本文提出的中成药科技竞争力模型也具备一定的合理性,但只有进一步考虑中成药企业非公开信息所反映的能力,才能完整地反映中成药科技竞争力,为下一步研究指明了方向。

(上接第68页)

关键词,根据层次结构和权重构造用户基本角色画像,为用户资源匹配推荐提供精准检索依据。

(3)根据用户及相似用户行为记录,构造用户需求画像,从资源需求角度,提高用户画像深度,同时基于需求画像对用户基本角色画像进行优化,建立角色特征和需求的关联,进一步分析相似用户共性特征,为基于动态行为的用户研究提供科学依据。

在科技资源共享中,用户画像包含了用户需求倾向、用户角色定位、用户资源定向关系图谱,能够在科技资源共享服务中扮演资源协调、用户协调、用户资源串联的角色。本文主要探究了科技资源共享中内在问题的数据解释,研究了用户画像获取方法及基于用户画像的资源匹配思路,而在应用实证方面由于用户数据及交互数据量较小的关系,只能以少量数据为基础进行方法和技术梳理,而应用成效和对资源共享匹配效率的提升能力还有待今后进一步研究。

参考文献

[1] XIONG R, DONATH J. People garden: Creating data

参考文献

- [1] 王永炎,杨洪军.中小型中药企业大品种培育策略与路径分析[J].中国中药杂志,2014,39(5):755-758.
- [2] 中药大品种联盟,万方医学.中药大品种科技竞争力报告(2016版)[R].北京:中华中医药学会,2016.
- [3] 中药大品种联盟,万方医学.中药大品种科技竞争力报告(2017版)[R].北京:中华中医药学会,2017.
- [4] 李耿,程煜华,郭宇博,等.中药大品种科技竞争力报告(2017版)[J].中国现代中药,2018,20(1):6-13.
- [5] 吴明隆.结构方程模型:AMOS的操作与应用[M].2版.重庆:重庆大学出版社,2017.
- [6] 吴明隆.结构方程模型:Amos实务进阶[M].重庆:重庆大学出版社,2013:36.
- [7] 吴明隆.结构方程模型:Amos实务进阶[M].重庆:重庆大学出版社,2013:24.
- [8] portraits for users[C]. ACM Symposium on User Interface Software and Technology. ACM, 1999: 37-44.
- [9] GOODSTEIN L D, NOLAN T M, PFEIFFER J W. Applied strategic planning[M]. New York: McGraw-Hill, 1993.
- [10] 许志强,徐瑾钰.基于大数据的用户画像构建及用户体验优化策略[J].中国出版,2019(6):52-56.
- [11] 王顺箴.以用户画像构建智慧阅读推荐系统[J].图书馆学研究,2018(4):92-96.
- [12] GARFINKEL H. Studies in ethnomethodology [M]. Cambridge: Polity Press, 1984.
- [13] 韩晶,张智江,王健全,等.面向统一运营的电信运营商大数据战略[J].电信科学,2014,30(11):154-158.
- [14] HUANG K H, DENG Y S, CHUANG M C. Static and dynamic user portraits[J]. Advances in Human-Computer Interaction, 2012, 2012(2): 1-16.
- [15] LONG F. Real or imaginary: The effectiveness of using personas in product design[J]. Irish Ergonomics Review, 2009, 14: 1-10.
- [16] 许鹏程,毕强,张晗,等.数据驱动下数字图书馆用户画像模型构建[J].图书情报工作,2019,63(3):30-37.
- [17] 潘琼.Web 2.0时代下基于行为视角的用户贡献内容[J].新媒体研究,2018,4(11):130-132.