

# 技术工人创新素质: 一个量表的开发

杨若邻<sup>1,3</sup> 姚先国<sup>2</sup> 郭 丹<sup>3</sup>

(1. 中南财经政法大学 公共管理学院 湖北 武汉 430070;

2. 浙江大学 公共管理学院 浙江 杭州 310058;

3. 怀化学院 经济学院 湖南 怀化 418008)

摘要: 技术工人在一线生产实践中不断地摸索和总结,通过改良已有生产技术、发明新兴工艺、创造出新产品的的方式来促进技术创新和科技成果的转化。人内在的创新素质是开展创新活动的源泉。本文通过国内外文献采集和行为事件访谈定性地采用扎根研究方法和编码技术提炼技术工人创新素质,设计技术工人创新素质初始量表。然后,运用项目分析和高阶因子分析等定量研究方法分析量表构成和结构并检验量表信效度,最终确定技术工人创新素质正式量表。并以此为基础,形成技术工人创新素质测量模型。

关键词: 技术工人; 创新素质; 量表开发; 测量模型

中图分类号: F273. 2; G312

文献标识码: A

## 1 引言

经济加速发展、产业结构转型升级,全社会对技术工人的需求出现了爆发式增长。技术工人是在产业领域中具有一定的专业知识,掌握一定的工艺和技术,能够独立使用工具、设备进行操作或生产加工的熟练或比较熟练的工人<sup>[1]</sup>。新经济背景下,除了熟练的专业知识与技能、高超的动手能力,技术工人的创新能力也尤为重要。由于技术工人创新能力引致的新产品和新工艺能优化整

个社会生产函数,将技术创新最终转化为产品、服务、管理和效益。在此过程中,创新素质是其开展创新活动的内在根据<sup>[2]</sup>。

通过文献检索发现国外早期的研究集中在心理学领域。学者们(Galton; Cattell; Guilford; Barron)以科学家、发明家等创新性群体为研究对象,研究其人格特征。之后扩展到职业教育领域,重点关注学生创新能力培养(Hung&Leon; Polesel; Lam, Law&Shum; Zemsky),并从技术工人需求(陈柳钦; 张冬梅; 阳立高; 海松梅)和供给(甄贵章; 王宝林; 孙伟宏)两个视角探讨了创新型技术

收稿日期: 2016 - 04 - 18; 修回日期: 2018 - 12 - 28.

基金项目: 湖南省教育规划课题“胜任力视角下应用型本科院校创新型高技能人才培养研究”(项目编号: XJK015QGD009, 起止时间: 2015. 05 - 2018. 05); 湖南省教育规划课题“基于创新素质模型的高校大学生创新行为激发: 路径分析与机制设计”(项目编号: XJK016BGD055, 起止时间: 2016. 05 - 2019. 05); 湖南省社科基金项目“湘西地区精准扶贫实施动态考核体系构建及应用研究”(项目编号: 17YBX017, 起止时间: 2017. 11 - 2020. 12); 湖南省社科基金项目“对接中国制造2025的创新型高技能人才企业培养研究”(项目编号: 16YBQ054, 起止时间: 2016. 11 - 2019. 12); 湖南省教育厅课题“转型期湖南省城乡人力资源市场配置效率评价与可视化”(项目编号: 17B210, 起止时间: 2017. 12 - 2020. 12)。

作者简介: 杨若邻(1980 -), 男(汉), 湖南岳阳人, 中南财经政法大学公共管理学院博士研究生, 怀化学院经济学院讲师, 研究方向: 技术工人创新。

姚先国(1953 -), 男(汉), 湖南华容人, 浙江大学公共管理学院教授, 博士生导师, 研究方向: 人力资源管理。

郭 丹(1981 -), 女(汉), 湖南株洲人, 怀化学院经济学院教授, 研究方向: 创新管理。

通讯作者: 姚先国

技能人才的培养问题。总之,已有研究侧重于从心理学、教育学角度探索技术工人创新问题,从经济管理角度做出的研究则非常有限,且研究范式以理论研究为主,实证研究较为缺乏。

## 2 量表的编制

### 2.1 量表条目的文献采集

多数国外学者从心理学创新特征的人格特质、认知方式和实践技能等展开研究。他们认为创新包括人格特质、创新思维和认知技能三个基本要素。首先,创新的基础是人格特质<sup>[3]</sup>,归纳起来创新人格的内容有:敏感性、灵活性、再造性、独创性<sup>[4]</sup>、精准、次序观念、情绪稳定性<sup>[5]</sup>、自信、风险偏好、容忍性、问题解决<sup>[6]</sup>、好胜心、完整性、好奇心、忍受孤独<sup>[7]</sup>、爱好、富有幽默<sup>[8]</sup>、进取心、想象力<sup>[9]</sup>、努力进取、乐观、自我管理<sup>[10]</sup>等。其次,思维活动推进创新实施,创新思维包括发散思维<sup>[11]</sup>、抽象思维、横向思维和批判性思维<sup>[12]</sup>等。除了人格和思维外,创新的基本要素还包括一些认知技能,如洞察力、定义技能、知觉技能、领悟技能、分析判断技能、信息处理技能、归纳推理技能等,这些促使创新性更加稳定<sup>[13]</sup>。

国内研究表明,技术工人工作的顺利展开是实施创新的前提。技术工人需要必要的基础知识、丰富的岗位实践经验、较强的动手操作能力<sup>[14]</sup>、良好的职业道德、健康的体魄和良好的心理素质,以及灵活应变<sup>[15]</sup>、整合和迁移知识、自主学习新的职业技能等<sup>[16]</sup>。而自发的创新意识、不断努力的创新精神、丰富的创新品格,则能不断提高创新能力并取得创新成果<sup>[17]</sup>。其中,创新意识是创新的起点,包括创新兴趣、创新动机<sup>[18]</sup>、发现问题<sup>[19]</sup>、创新信念<sup>[20]</sup>、创新欲求以及创新追求<sup>[21]</sup>等。创新精神包括开拓精神、冒险精神、务实精神、牺牲精神<sup>[22]</sup>、科学精神、自主精神、探索精神、求异精神、敬业精神、质疑精神<sup>[23]</sup>等。创新品格是创新素质的内驱力,包括好奇心、求知欲、洞察力、想象力、自觉性、独立性、自控性、内心信念<sup>[24]</sup>、自信心、坚韧执着<sup>[25]</sup>、勇

于承担责任、精诚合作<sup>[26]</sup>等。创新素质的核心是创新能力,它包括认知能力、理解能力、学习能力、实践能力<sup>[27]</sup>、观察力、分析能力、判断能力、规律探求能力、解决问题能力、创新思维能力、信息检索能力<sup>[28]</sup>、注意力、领悟力、记忆力、适应力、应变力、推理能力、模仿能力、团队协作能力、沟通能力和组织协调能力<sup>[29]</sup>等,这些能力共同决定着创新活动实施和创新目标达到的程度。

### 2.2 量表条目的行为事件采集

通过对以上文献采集的整理,形成72项技术工人创新素质条目。为了更为深入地采集技术工人创新素质,广泛摄取相关讯息,本研究以人力资源部和社会保障部评选的“中华技能大赛”和“全国技术能手”获得者为参照对象,通过网络搜索和熟人引荐相结合的方式,选取其中40位技术工人实施了访谈。为了保证编码效果,经受访者同意,所有访谈内容全程录音记录,且每次访谈后将访谈录音转化为文本材料,以确保资料采集的及时性和完整性。整理并摘录部分访谈内容如下:

“对岗位忠诚,从参加工作到现在有二十多年了,一直坚守在这个岗位上;业务知识和业务技能是基础;多翻翻书,勤思考,多动手,设计制作改进已有的设备,操作起来更方便,更能适应我们的生产要求;人品要好,要踏实;在工作实践中不断摸索和学习,不断进步;勤快;遵章守纪;自信心;其实我们进行小改小革,目的无外乎在于节约资源、减轻劳动强度、提高工作效率、确保安全生产等;喜欢琢磨,喜欢看书;肯吃苦;想办法解决工作中遇到的问题;寻求合作;不管做什么,要以数据为依据;理论应用于实践的能力;学东西比较快;遇到困难就多摸索,找书看看,再就是请教技术员;干久了就会发现有些工艺存在不足,可以改造;在工作中累积出来,反复经过工艺验证;善于提炼、总结”。

经访谈,获得文本材料约32万字,其中受访者的访谈长度为6702-12952字、访谈时间为5470-5925秒,均达到研究的基本要求<sup>①</sup>。访谈长度和访谈时间均不存在显著性差异,总体上两者之间显著相关<sup>②</sup>,因此访谈所获得的讯息具有

注:① 一般认为一次有效访谈的长度在2000字以上,花费的时间为1.5-2小时。

② 对访谈长度和访谈时间进行方差齐性检验, $P$ 分别为0.093和0.697,均大于0.05,表明两者之间不存在显著性差异;对访谈长度和访谈时间进行相关分析,相关系数 $\alpha=0.01$ ,表明两者之间显著相关。

较强说服力。本文两位主要作者作为文本材料编码者采取“背靠背”的方式整理访谈记录,结果显示,一致性值为 0.855 - 0.941,总体上达到了 0.907;编码信度系数为 0.919 - 0.954,总体为 0.940,访谈材料的编码一致性和编码信度都较高。删除在人次分布上分散频次较低(低于 25%)的项目后,结合前面的 72 项文献采集条目,归纳汇总提炼出技术工人初始创新素质 83 项。

### 2.3 初始量表设计

组建问卷设计专家小组,成员包括五位高校人力资源管理领域的专家教授、五位有多年技术工人管理经验企业中层管理人员和十位不同领域的一线作业技术工人。专家小组以经整理的初始技术工人创新素质为依据,通过不断明确每一项创新素质内涵和外延及之间的相互关系,将采集的 83 项初始条目合并、归纳、扩展和删除,形成包括 79 项基础条目、12 项一级维度和 3 项二级维度的技术工人创新素质初始模型。

以初始模型为基础形成《技术工人创新素质调查问卷》,量表采用自陈量表的形式,通过被试自我陈述会遇到的某种情境或感受,让被试根据这一情境或感受选择和自己符合的程度。问卷由两部分构成,第一部分是基本信息,具体内容包括被试者性别、年龄、职称,所取得的创新成果等内容;第二部分是测题部分,是量表的主体,由技术工人创新素质初始模型的基础条目构成 79 个题项。题项的顺序按初始模型内容将同一维度放在一起。测题采用李克特自评式 5 点量表法,请被试根据所列举的行为或情况与自身的符合程度进行选择,从“完全不符合”到“完全符合”计分为 1 到 5 分。

## 3 量表的施测及大规模调研

### 3.1 预调研及量表提纯

从近五年“中华技能大奖”获奖者中抽选被试。采取直接联系和间接联系(如果搜集不到获奖者本人的联系方式就委托企业相关人员联系该获奖者)相结合的方式,共发放问卷 200 份,回收问卷 107 份,其中有效问卷 96 份,有效问卷回收率为 48%。

首先,开展问卷的信度分析。结果显示,技术

工人创新素质初始量表的 Cronbach's  $\alpha$  值为 0.960,远大于 0.7,量表总体信度较好。删除 CITC 小于 0.4 的 15 个题项后,Cronbach's  $\alpha$  系数上升到 0.962。其次,分析问卷的结构效度。用 Bartlett 球形检验因素分析剩下的 64 个题项,其值为 4669.185,小于显著性水平 0.05,因而拒绝零假设,说明适合做因素分析(马国庆 2002)。KMO 检验结果为 0.663,根据统计学家 Kaiser 给出的标准,可进行因素分析。接着,运用主成分分析方法进行因素分析,按照因子特征值大于 1 的原则抽取因子,对因子进行方差极大正交旋转后获得因子载荷矩阵,删除共同度小于 0.5 (MacCallum, 1999)、因子载荷小于 0.4 (Nunnally, 1994)、同时在几个因子上均有高载荷且最大两个跨载荷之差小于 0.1 或仅一个题项载荷于一个因子<sup>[30]</sup>的题项 21 个,得到具备较好区分性的因素结构。最后,提升问卷的内容效度。根据被试在问卷作答过程中的疑问及反馈共修正 7 个题项的表述,改善了量表的内容效度。最终获得了包含 43 个题项的《技术工人创新素质量表》。

### 3.2 正式调研数据搜集

大规模问卷调查采取实地发放的形式完成,从第十一、十二届中华技能大赛技术工人培养突出贡献单位中随机选取 32 家愿意提供协助的企业发放问卷。调查企业分布包括北京、上海、新疆、浙江、湖南、广东等 15 个省份,涉及制造、建筑等 9 个行业。具体调查对象为在一线工作并符合以下条件之一的技术工人:(1)有新发明和新创造;(2)改进了工艺流程或提升了劳动效率;或(3)改善了产品质量或强化了企业安全生产。

本次问卷调查时间为 2015 年 9 月初到 11 月底,历时三个月。共发放问卷 400 份,回收 399 份,去除无效问卷,最终回收的有效问卷为 385 份,有效问卷回收率为 96.25%。其中,女性 56 人(占 14.55%)、男性 329 人(占 85.45%);年龄在 30 岁以下 144 人(占 37.40%)、31 - 40 岁 151 人(占 39.22%)、41 - 50 岁 63 人(占 16.36%)、51 岁以上 27 人(占 7.02%);高中及以下 94 人(占 24.42%)、中专 109 人(占 28.31%)、大专 117 人(占 30.39%)、本科及以上 65 人(占 16.88%);初级工 32 人(占 8.31%)、中级工 69 人(占 17.92%)、高级工 76 人(占 17.94%)、技

师 126 人(占 32.73%)、高级技师及以上 82 人(占 21.30%)。

### 3.3 项目分析

对全量表的 43 个题项进行各项指标测量学分析,从频次分析结果来看,每个题项都具有较合理的社会称许性。各题项的均值分布在 3.3403 至 4.2416 之间,说明没有测题产生“天花板效应”<sup>①</sup>和“地板效应”<sup>②</sup>。题项的标准差也都分布在 0.73132 至 0.99795,分布较为均匀,没有特异现象出现。所有题项的通俗性水平<sup>③</sup>分布在 0.6681 至 0.8483 之间,说明量表题项都具有中等左右的通俗性水平。

进一步开展临界比率分析,对全量表 43 个题项中反向计分题的分数实施调整,计算量表的总分。使用皮尔逊积差相关计算题总相关系数,各题项目题总相关系数均在 0.4 以上。然后按照总分大小从高到低排序被试,选取量表总分前 26% 和后 26% 的被试分别作为高分组和低分组(每组分别 102 人)。高分组和低分组在每一题项均值相减后绝对值均大于 0.5,均达到显著性标准(马庆国,2008)。对高分组和低分组均值进行独立样本 T 检验,显著性水平值均小于 0.05,检验结果为拒绝原假设,高分组和低分组均值存在显著差异,说明两组被试差异显著,量表能够区分不同被试的反应程度。

## 4 量表结构分析

### 4.1 探索性因子分析

将有效问卷形成的样本进行随机分半处理,先用其中的一半( $n = 193$ )进行探索性因子分析(EFA),探寻技术工人创新素质的内在结构。

#### (1) 一阶探索性因子分析。

一阶探索性因子分析结果显示,KMO 的值为 0.892,远远大于 0.7,Bartlett 球形检验的值为 2801.377,且在 0.01 水平上显著,表明非常适合开展探索性因子分析。运用主成分分析方法和方

差极大斜交旋转获得如表 1 所示因子载荷矩阵,根据 Kaiser 原则,提取 7 个特征根大于 1 的因子,这 7 个特征根因子总共解释了 65.915% 的总方差。在因子分析中,发现有题项出现因子载荷小于 0.4 或多重载荷于不同因子,对这些题项逐步删除并反复进行因子分析后,最终剩余的 29 个题项较好地分布在各个因子之中。

因子 F1 包含生产作业能力、组装能力、生产适应能力等 7 条目,反映了在实际生产中技术工人创新所需的行为能力要求,命名为“生产实践”。因子 F2 包含服从意识、自觉性、爱岗敬业等 6 个条目,体现技术工人在一线作业时实施创新过程中须遵循的基本要求,命名因子为“职业准则”<sup>[31]</sup>。因子 F3 包含意志力、进取心等 3 个条目,体现技术工人隐藏在内心对创新孜孜不倦的追求,将此因子命名为“人格特质”。因子 F4 包含开拓精神、发散思维、科学精神等 4 个条目,阐述技术工人在创新过程中的精神理念和思维模式,命名为“精神感知”。因子 F5 包含踏实肯干、细致认真、奉献精神等 4 个条目,注重技术工人在创新活动中的工作态度,将其命名为“基础品质”<sup>[32]</sup>。因子 F6 包含成果推介能力、语言表达能力等 3 个条目,强调技术工人创新成果实现和推广需要人与人之间的交流与合作,该因子命名为“人际交往”。因子 F7 包含分析能力、观察力等 3 个条目,表达技术工人在实际问题发现与处理过程中实现创新的过程,以“问题处理”来命名。

#### (2) 二阶探索性因子分析。

由于 7 个一阶因子的 Bartlett 球形检验在 0.01 水平上显著,该结果表明技术工人创新素质一阶因子间可能存在相关关系,共享高阶因子。在一阶因子得分的基础上进一步实施主成分分析和方差极大斜交旋转,获得如表 2 所示关于技术工人创新素质的二阶因子载荷矩阵<sup>[33]</sup>。KMO 值为 0.795,根据 Kaiser 原则,提取 3 个因子,该 3 个因子共同解释 61.796% 的总方差。

注:①“天花板效应”是指对于测题所描述的情况,被试都比较符合,以至绝大多数被试都选比较高的得分。

②“地板效应”是指对于测题所描述的情况,被试都不太符合,以至绝大多数被试都选比较低的得分。

③通俗性水平相当于能力测验中的难度系数,计算方法为每个项目的均值除以该题的最大值。

表1 技术工人创新素质一阶因子矩阵(n=193)

Table 1 The first - order factor matrix of technical workers' innovation quality (n = 193)

题项	因子载荷		题项	因子载荷		题项	因子载荷		题项	因子载荷	
	F1			F2	F3		F4	F5		F6	F7
生产作业能力	0.749		服从意识	0.812		开拓精神	0.736		成果推介能力	0.715	
组装能力	0.682		自觉性	0.694		发散思维	0.705		语言表达能力	0.688	
生产适应能力	0.666		爱岗敬业	0.660		科学精神	0.622		资源获取能力	0.634	
设备使用和维护能力	0.649		服务意识	0.652		探索精神	0.604		分析能力		0.783
解决问题能力	0.532		责任感	0.624		踏实肯干		0.814	观察力		0.762
生产应变能力	0.512		意志力		0.929	细致认真		0.726	理解能力		0.436
判断问题	0.497		进取心		0.773	奉献精神		0.654			
			自信心		0.446	务实精神		0.524			
因子命名	生产 实践	因子 命名	职业 操守	人格 特质	因子 命名	精神 感知	基础 品质	因子 命名	人际 交往	问题 处理	
特征值	10.167	特征值	2.329	1.614	特征值	1.493	1.256	特征值	1.171	1.086	
方差贡献率	35.058	方差贡献率	8.031	5.567	方差贡献率	5.149	4.330	方差贡献率	4.036	3.744	
累计方差贡献率	35.058	累计方差贡献率	43.099	48.655	累计方差贡献率	53.805	58.134	累计方差贡献率	62.171	65.915	

表2 技术工人创新素质二阶因子矩阵(n=193)

Table 2 The second - order factor matrix of technical workers' innovation quality (n = 193)

一阶因子	因子载荷		
	S1	S2	S3
F5: 基础品质	0.802		
F2: 职业操守	0.543		
F6: 人际交往		0.768	
F7: 问题处理		0.703	
F1: 生产实践		0.579	
F4: 精神感知			0.865
F3: 人格特质			0.545
因子命名	创新基础	创新实践	创新指引
特征值	2.499	1.218	1.006
方差贡献率	35.704	14.547	11.518
累计方差贡献率	35.704	50.251	61.769

其中,二阶因子 S1 包含“F5 基础品质”和“F2 职业操守”两个一阶因子,其内容体现了技术工人坚守的工作规则和工作质量要求,反映了创新素质体系最深层最核心的本质,故命名为“创新基础”。二阶因子 S2 包含“F6 人际交往”、

“F7 问题处理”和“F1 生产实践”,三个一阶因子描述出技术工人创新活动的具体行为,体现了创新素质体系最表象的内容,因此命名为“创新实践”。<sup>[34]</sup>二阶因子 S3 包含“F4 精神感知”和“F3 人格特质”两个一阶因子,反映了创新活动中技术工人精神和品质的状态,将其命名为“创新指引”。

#### 4.2 验证性因子分析

将另一半数据文本(n=193)进行验证性因子分析(CFA),检验上文探索性因子分析得到的构想模型与实际观测数据的拟合情况。为了更好地验证构想模型的准确程度,根据各因子之间的逻辑联系提出若干竞争模型。

##### (1) 一阶验证性因子分析。

首先,设定3个备择竞争模型 M1、M2 和 M3。M1 表示一阶单因子模型,假设29个条目拥有共同潜变量——技术工人创新素质。M2 表示一阶三因子模型,根据“素质冰山模型”的基本思想,假设将技术工人创新素质分为“冰山下的部分”、“冰山上的部分”和“冰水相接的部分”,其中“冰山下的部分”包含7个条目,拥有共同的潜变量——人内在深层特征。“冰山上的部分”包含10个条目,拥有共同的潜变量——人外在行为表现;

“冰水相接的部分”包括 12 个条目,拥有共同的潜变量——人心理思想状态。M3 表示一阶七因子模型,依据探索性因子分析的结果,假设生产实践、职业操守、人格特质、精神感知、基础品质、人际交往、问题处理为 7 个一阶因子。

以一阶因子为潜变量,以每个因子对应条目为观测变量,对以上 3 个模型进行一阶验证性因子分析。由结果可知,与模型 M1 和 M2 相比,M3

的 TLI、CFI 有显著上升, $\chi^2 / df$ 、AIC、BIC 下降明显,SRMR、RMSEA 亦显著下降。所以技术工人创新素质一阶因子模型倾向于支持拟合情况较好的一阶七因子模型 M3(Kline, 2010; Vrieze, 2012)。且 M3 的观测变量在对应因子上的回归系数均大于 0.5,因此一阶因子模型中 M3 模型最优,技术工人创新素质一阶因子结构得到验证<sup>[35]</sup>。

表 3 技术工人创新素质一阶因子拟合度指标 (n = 193)

Table 3 The first - order factor fit index of technical workers' innovation quality (n = 193)

模型	$\chi^2$	df	$\chi^2 / df$	TLI	CFI	AIC	BIC	SRMR	RMSEA( 90% CI)
M1: 一阶单因子	1147. 48	377	3. 04	0. 686	0. 707	12370. 39	12673. 82	0. 078	0. 095
M2: 一阶三因子	956. 09	374	2. 55	0. 736	0. 755	12249. 97	12563. 19	0. 076	0. 087
M3: 一阶七因子	628. 44	356	1. 77	0. 863	0. 878	11952. 76	12324. 71	0. 060	0. 063

(2) 二阶验证性因子分析。

以拟合效果最优的一阶七因子模型 M3 为基础模型,进一步比较技术工人创新素质一阶因子与二阶因子以及二阶因子模型之间的拟合情况,验证技术工人创新素质高阶因子模型。设定 3 个二阶因子备择模型,M4 表示二阶单因子模型,假设存在一个高阶因子统领一阶 7 个因子;M5 表示二阶三因子模型,其中因子 1 是在基本品质、职业操守一阶因子的基础上形成的创新基础二阶因

子,因子 2 是在人际交往、问题处理和生产实践一阶因子的基础上形成的创新实践二阶因子,因子 3 是在精神感知、人格特质一阶因子的基础上形成的创新指引二阶因子;M6 表示二阶双因子模型,将技术工人创新素质一阶因子中反映内在心理职业操守、精神感知、人格特质、基础品质的归为一个二阶因子,反映外在行为的人际交往、生产实践、问题处理归为一个二阶因子。

表 4 技术工人创新素质二阶因子拟合度指标 (n = 193)

Table 4 The second - order factor fit index of technical workers' innovation quality (n = 193)

模型	$\chi^2$	df	$\chi^2 / df$	TLI	CFI	AIC	BIC	SRMR	RMSEA( 90% CI)
M3: 一阶七因子	628. 44	356	1. 77	0. 863	0. 878	11952. 76	12324. 71	0. 060	0. 063
M4: 二阶单因子	562. 23	370	1. 52	0. 896	0. 905	11176. 25	11482. 94	0. 068	0. 052
M5: 二阶三因子	538. 73	367	1. 47	0. 906	0. 915	11155. 23	11471. 71	0. 063	0. 049
M6: 二阶双因子	545. 95	369	1. 48	0. 904	0. 913	11159. 71	11479. 69	0. 064	0. 050

根据表 4 显示的高阶因子模型拟合结果,与一阶七因子模型比较,二阶因子模型的  $\chi^2$  下降,df 有明显上升,且 TLI、CFI 上升较大,说明技术工人创新素质 7 个一阶因子后面存在一个统管的高阶因子。其中,M5 在所有高阶因子模型中拟合最好,相比 M4 和 M6,其  $\chi^2 / df$ 、AIC、BIC、SRMR、RMSEA 都有所下降,且 TLI、CFI 有所上升,说明

二阶三因子模型 M5 不但拟合得更好而且更为简约。由此可见,技术工人创新素质要用高阶因子来表述,且二阶三因子模型拟合更佳,因此二阶三因子模型结构得到验证。

4.3 信度与效度检验

使用验证性因子分析(CFA)的第二半样本对技术工人创新素质各阶因子进行信度分析,结果

如表5所示,技术工人创新素质量表各题项均具有较好的信度。具体而言,总量表的 Cronbach  $\alpha$  系数为 0.935,表示量表信度极佳,测量质量极好。三个二阶因子的 Cronbach  $\alpha$  系数均大于 0.8,信度非常高。一阶因子中除了“人际交往”

和“问题处理”的 Cronbach  $\alpha$  系数分别为 0.687 和 0.697,接近于 0.7,处于可接受的信度范围外(Kline,1998),其余各一阶因子内部一致性系数都高于 0.7,均处于较高的信度水平(Nunnally & Berntein,1994)。因此,该量表通过信度检验。

表5 技术工人创新素质各阶因子的内部一致性系数(n=193)

Table 5 The internal consistency coefficient of factors at different orders concerning technical workers' innovation quality (n=193)

总量表	题项数	Cronbach $\alpha$ 系数	二阶因子	题项数	Cronbach $\alpha$ 系数	一阶因子	题项数	Cronbach $\alpha$ 系数
技术工人 创新素质 量表	29	0.933	S1: 创新基础	9	0.878	F5: 基础品质	4	0.860
						F2: 职业操守	5	0.801
			S2: 创新实践	13	0.892	F6: 人际交往	3	0.687
						F7: 问题处理	3	0.697
						F1: 生产实践	7	0.871
			S3: 创新指引	7	0.813	F4: 精神感知	3	0.782
						F3: 人格特质	4	0.739

本量表条目的形成广泛参考了国内外相关研究、进行了实地调研,组织了专家对各题项进行分析、甄别和补充。在形成初始量表后,又开展了预测试,剔除了影响量表信效的题项,根据预测中反馈情况对量表个别题项进行修改,形成最终量表。因此能够保障技术工人创新素质量表的内容效度。表6、表7中数据显示,各一阶和二阶潜变量

与观测变量之间的标准载荷均大于 0.5, $t$  值均达到显著性水平,各变量 AVE 值均大于 0.5,且 CR 值均大于 0.7,这说明量表中各阶因子都满足收敛效度的要求(Hair,2006)。表6、表7所示,各阶因子中任何一个潜变量的 AVE 平方值都大于其潜变量的相关系数,故各阶因子间存在足够的区分效度。

表6 一阶潜变量结构效度检验

Table 6 A validity test on the first-order latent variable structure

潜变量	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
F1	(0.775)						
F2	0.608	(0.752)					
F3	0.515	0.602	(0.742)				
F4	0.584	0.631	0.687	(0.719)			
F5	0.581	0.688	0.562	0.500	(0.740)		
F6	0.651	0.397	0.483	0.513	0.418	(0.737)	
F7	0.765	0.652	0.597	0.683	0.621	0.653	(0.810)
AVE 值	0.501	0.565	0.551	0.517	0.548	0.544	0.529
CR 值	0.873	0.866	0.786	0.741	0.784	0.705	0.692

注: 对角线括号内值为该潜变量的平均变量抽取量 AVE 的平方根。

表 7 二阶潜变量结构效度检验

Table 7 A validity test on the second-order latent variable structure

潜变量	S1	S2	S3
S1	(0.812)		
S2	0.784	(0.856)	
S3	0.804	0.825	(0.832)
AVE 值	0.660	0.733	0.692
CR 值	0.795	0.891	0.818

注: 对角线括号内值为此潜变量的平均变量抽取量 AVE 的平方根。

## 5 主要研究结论与启示

此次研究建立并验证了技术工人创新素质度量量表。本研究首先针对技术工人创新素质开展相关文献回顾、行为事件访谈、专家讨论和半开半闭问卷调查获得技术工人创新素质内容结构的理论构想。然后,以理论构想为基础形成技术工人创新素质初始量表,通过预测试净化量表题项、探索性因子和验证性因子改善量表结构和验证题项构成、信效度检验最终确定了技术工人创新素质正式量表。

在建立量表的基础上,本次研究构建了技术工人创新素质测量模型。该模型包括踏实肯干、务实精神、自觉性、解决问题能力等 29 项基础条目;生产实践、职业操守、人格特质、精神感知、基础品质、人际交往、问题处理 7 项一阶因子;创新基础、创新实践和创新指引 3 项二阶因子。其中,创新基础二阶因子包括基本品质、职业操守 2 项一阶因子和踏实肯干、细致认真、服从意识等 9 项基础条目;创新实践二阶因子包括人际交往、问题处理、生产实践 3 项一阶因子和成果推介能力、分析能力、生产作业能力等 13 项基础条目;创新指引二阶因子包括精神感知、人格特质 2 项一阶因子和开拓精神、发散思维、意志力等 7 项基础条目。

本研究形成了技术工人创新素质整体内容结构维度。借鉴素质模型,其中技术工人创新素质测量模型中创新基础二阶因子体现了技术工人在创新活动中坚守的准则和品质要求,反映了创新素质体系“冰山以下部分”最核心最深层次的本质,是技术工人创新素质的根本。技术工人创新

素质测量模型中创新实践二阶因子体现出技术工人创新活动的具体行为,表达了技术工人创新素质体系“冰山以上部分”中看得见的表现特点,是技术工人创新素质的体现。技术工人创新素质测量模型中创新指引二阶因子反映了技术工人在创新活动“冰水相接部分”中人内在精神理念和思想品质,是介于深层特征和外表现若隐若现的中间环节,是技术工人创新素质的引导。

本研究提出了技术工人创新素质模型构想,并经过实证检验,得到一个可靠、有效的量表,形成了技术工人创新素质测量模型,为今后开展相关理论与实证研究奠定了基础。同时,本研究开发的量表可运用于企业实践,诊断企业在技术工人管理实践中需重点实施的活动和需改善的具体领域。技术工人创新是一个庞大且极其复杂的系统,本次研究建立的技术工人创新素质量表只是对该领域的一次有益探索,以当抛砖引玉之意。未来可进一步研究技术工人创新行为并分析创新素质对其作用机理,开展有关技术工人创新行为激发的实证研究工作。而技术工人创新素质量表为其在工具上奠定了基础。

## 参考文献:

- [1] 劳动和社会保障部. 高技能人才培养体系建设“十二五”规划纲要(2006-2010) [EB/OL]. <http://www.china.com.cn/policy/txt/2007-4/26/content-9252657.htm>. 2007-04-02.  
Ministry of Labor and Social Security. The 12<sup>th</sup> five-year plan outline on the construction of training system on high-skilled talents (2006-2010) [EB/OL].
- [2] 彭健伯. 创新哲学论[M]. 北京: 人民出版社, 2006.  
Peng Jianbo. The theory of innovation philosophy [M]. Beijing: People's Publishing House, 2006.
- [3] Feldhusen, J. F. Creativity: A knowledge base metacognitive skills, and personality factors [J]. Journal of Creative Behavior, 1995, 29(4): 255-268.
- [4] J. P. Guilford. Traits of creativity. In: H. H. Anderson (Ed.) Creativity and its cultivation [M]. New York: Humper&Publisher, 1989.
- [5] Barron, F. X., Feist, G. J. Predicting creativity from early to late adulthood: Intellect, potential, and personality [J]. Journal of Research in Personality, 2003, 37(6): 62-88.
- [6] R. J. Steinberg, I. T. Lubart. Investing in creativity [J]. A-



- merican Psychologist, 1996, 51(7): 677-688.
- [7] Simon, H. A. Creativity in the arts and the scientist [J]. Kenyon Review, 2001, 24(2): 78-103.
- [8] Cruber, H. E. Davis, S. N. Inching our way up mount Olympus: The evolving - systems approach to creativethinking [M]. New York: Cambridge University Press, 1988.
- [9] Csikszentmihalyi, M. Creativity: Floe and the psychology of discovery and invention [M]. New York: Harper Perennial, 1997.
- [10] Tardif, T. Z, Sternberg, R. J. What do we know aboutcreativity? In R. J. Sternberg (Ed.), the nature of creativity [M]. Cambridge University Press, 1988.
- [11] Guilford, J. P. Three faces ofintellect [J]. American Psychologist, 1959, 14(8): 06-87.
- [12] Kosteas V. Job level changes and wagegrowth [J]. International Journal of Manpower, 2009, 30(3): 269-284.
- [13] San A. Creative self - efficacy: Its potential antecedents and relationship to creative performance [J]. Academy of Management Journal, 2011, 5(45): 137-148.
- [14] 赵铮, 蒋选, 姜雪. 技术工人短缺影响因素的实证研究——基于山东省调查数据为样本 [J]. 中央财经大学学报, 2013(6): 16-20.  
Zhao Zheng, Jiang Xuan, Jiang Xue. Empirical study of the influencing factors of technical workers' shortage——An analysis based on the sample data from Shandong Province [J]. Journal of Central University of Finance & Economics, 2013(6): 16-20.
- [15] 文益民, 周劲松, 彭跃湘, 肖智清. 创新型高技能人才培养的探讨 [J]. 湖南工业职业技术学院学报, 2006, 6(3): 100-108.  
Wen Yiming, Zhou Jinsong, Peng Yuexiang, Xiao Zhiqing. The study on training innovative skilled talents [J]. Journal of Hunan Industry Polytechnic, 2006, 6(3): 100-108.
- [16] 管平. 知识、能力、素质与高技能人才成长模式研究 [J]. 机械职业教育研究, 2006, 11(1): 09-12.  
Guan Ping. Knowledge, competencequality and growth pattern of the high - skilled talent [J]. Mechanical Vocational Education Research, 2006, 11(1): 09-12.
- [17] 张振元. 创新型高技能人才相关研究综述 [J]. 职业技术教育, 2013, 34(10): 23-28.  
Zhang Zhenyuan. Knowledge, quality and growth pattern of the high - skilled talents [J]. Mechanical Vocational Education Research, 2013, 34(10): 23-28.
- [18] 王养成, 赵飞娟. 基于3Q的四维度创新型科技人才素质模型 [J]. 科技进步与对策, 2010, 27(9): 149-153.  
Wang Yangcheng, Zhao Feijuan. Four - dimensional quality model of innovativescience & technology talents based on 3Q [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2010, 27(9): 149-153.
- [19] 孙霞. 高校何以培养创新人才——大学生问题意识的视角 [J]. 南通大学学报(社会科学版), 2012, 28(11): 89-93.  
Sun Xia. How to cultivate creative talents in high schools——From the prospective of questioning awareness of high school students [J]. Journal of Nantong University (Social Science Edition), 2012, 28(11): 89-93.
- [20] 杨定勇. 知识与哲学创新信念 [J]. 高等教育研究, 2002, 18(12): 21-25.  
Yang Dingyong. Knowledge economy and the philosophy of innovationideas [J]. Journal of Higher Education, 2002, 18(12): 21-25.
- [21] 顾远东, 彭纪生. 技术创新效能感对技术创新绩效的影响——基于社会认知理论的分析 [J]. 中国科技论坛, 2011, 6(2): 21-26.  
Gu Yuandong, Peng Jisheng. The self - efficacy technology innovation impact on technical innovation performance——Based on the analysis of the social cognitive theory [J]. Forum on Science and Technology in China, 2011, 6(2): 21-26.
- [22] 颜晓峰. 论创新精神 [J]. 山西师范大学学报(社会科学版), 2001, 28(4): 17-22.  
Yan Xiaofeng. On the spirit of innovation [J]. Journal of Shanxi Teachers University (Social Science Edition), 2001, 28(4): 17-22.
- [23] 钟和平. 企业技术工人的创新激励合约研究 [J]. 技术经济与管理研究, 2011(12): 31-34.  
Zhong Heping. Study on incentive contracts of technical workers' innovation [J]. Technoeconomics & Management Research, 2011(12): 31-34.
- [24] 郎群秀. 高技能人才内涵解析 [J]. 职业技术教育, 2006, 22(27): 18-20.  
Lang Qunxiu. Analysis on the connotation of high skilledtalents [J]. Vocational and Technical Education (Education Science), 2006, 22(27): 18-20.
- [25] 王健菊, 但婕, 杨诚. 企业技能人才能力模型的构建 [J]. 统计与决策, 2012, 5(20): 31-39.  
Wang Jianju, Dan Jie, Yang Cheng. The competence model building of skilled talents [J]. Statistics and Decision, 2012, 5(20): 31-39.
- [26] 杨名声. 创新与思维 [M]. 北京: 教育科技出版社, 2002.  
Yang Mingshen. Innovation and thinking [M]. Beijing. Education of Science and Technology Press, 2002.
- [27] 卞华. 影响企业人才创新素质的思想品德因素 [J]. 企业经济, 2004, 2(8): 16-21.  
Bian Hua. The ideology and moral character factors affecting talents' innovation quality of enterprise [J]. Enterprise Economics, 2004, 2(8): 16-21.
- [28] 丁惠炯. 内蒙古技能型人才培养与使用政策实施研究

- [D]. 吉林大学博士学位论文 2013.
- Ding Huijiong. The study of mongolia policy in train and use of skilled talents in inner mongolia [D]. Ph. D. Thesis of Jilin University 2013.
- [29] 王黎莹,陈劲,阮爱君. 创新型工程科技人才的胜任力结构及培养[J]. 高等工程教育研究 2008, 5(12): 21-25.
- Wang Liying, Jin Chen, Ruan Aijun. The competent structure and cultivation on innovative engineering - technology talents [J]. Journal of Higher education engineering research, 2008, 5(12): 21-25.
- [30] 李玉光,杜宏巍,黄永生. SPSS 统计分析与提高[M]. 北京: 清华大学出版社 2014.
- Li Yuguang, Du Hongwei, Huang Yongsheng. SPSS statistical analysis and improvement [M]. Beijing: Tsinghua University Press 2014.
- [31] Anit Somech, Anat Drach - Zahavy. Translating team creativity to innovation: The role of team composition and climate for innovation [J]. Journal of Management, 2013, 39(3): 684-708.
- [32] Kim T. Hon AHY, Lee D. Proactive personality and employee creativity: The effects of job creativity requirement and supervisors support for creativity [J]. Creativity Research Journal, 2010, 22(1): 37-45.
- [33] 杜智敏. 抽样调查与 SPSS 应用[M]. 北京: 电子工业出版社 2012.
- Du Zhiming. Sampling and SPSS applications [M]. Beijing: Electronic Industry Press 2012.
- [34] Zhang. X. Barrol K. M. Linking empowering leadership and employee creativity: The influence of psychological empowerment, intrinsic motivation and creative process engagement [J]. Academy of Management Journal, 2010, 33(1): 107-128.
- [35] 王孟成. 潜变量建模与 Mplus 应用[M]. 重庆: 重庆大学出版社 2014.
- Wang Mengchen. Latent variable modeling using Mplus [M]. Chongqing: Chongqing University Press 2014.

## Innovation quality of technical workers: A scale development

Yang Ruolin<sup>1,3</sup>, Yao Xianguo<sup>2</sup>, Guo Dan<sup>3</sup>

(1. School of Public Affairs Zhongnan University of Economics and Law, Wuhan 430070, Hubei, China;

2. School of Public Affairs, Zhejiang University, Hangzhou 310058, Zhejiang, China;

3. School of Economy, Huaihua University, Huaihua 418008, Hunan, China)

**Abstract:** Technical workers are the skilled or relatively skilled workers who are equipped with professional industry - specific knowledge, production processes and technologies, and can independently fulfill production or processing tasks with tools and equipment. Through constant review and reflection on production practices, technical workers promote technological innovation and scientific achievements transformation by improving existing technologies and inventing new products and processes. As one of the main innovators, technical workers' initiatives can optimize the production function of the whole society, create more technological dividends in China's industrial upgrading and become an important force to help the country realize its economic leapfrog development. Although the innovative activities of technical workers are influenced by many factors, the intrinsic innovative quality of human beings is the source of carrying out innovative activities.

Through literature review, it is found in this paper that most foreign scholars focus on psychological innovation traits about personality, trait, cognitive style and practical skills, while most domestic scholars work on the technical workers' innovation premise of how to carry out the work smoothly. It's found that the early researches on innovation quality abroad are conducted from the perspective of psychology, and then expand to vocational education. Most current researches discuss how to cultivate innovative quality through school education, but few are involved in the field of economy and management, especially in the innovative quality of technical workers. Besides, the research paradigm is mainly theoretical but empirical.

This paper adopts qualitative method of Grounded Approach and quantitative method of Factor Analysis to design the initial model and develop the scale of technical workers' innovative quality. Specific research steps are as follows: Firstly, based on literature review on innovation quality items from home and abroad, research team of this paper interviews the technical workers who are winners of the "Chinese Skills Competition" and the "National Skills" awarded by the Ministry of Human Resources and Social Security, and conducts behavioral event interviews with the technical workers. Then the basic items of technical workers' innovative quality are extracted with the qualitative Grounded Approach method.

Secondly, an expert group is set up to sort out the collected innovative quality items and to build a theoretical framework of

the content structure of the technical workers' innovative quality. On the basis of the above, a corresponding scale is designed. The quantitative research method is used to collect formal survey data and carry out the project analysis on the basis of the prediction test and purification. Then the structure and composition of the scale is tested by the first and second order exploratory dimension, the first and second order confirmatory dimension analysis, and the reliability and validity of the scale is tested.

Finally, a measurement model is formed to evaluate technical workers' innovative qualities and a formal scale of technical workers' innovative quality is determined. The procedures include: pre-test purification, analysis on the scale structure and composition of exploratory and confirmatory factors, reliability and validity test. And a measurement model of technical workers' innovative quality is established.

The research findings are as follows: the technical worker's innovative quality scale contains three second-order dimensions including innovation foundation, innovation practice and innovation guidance, seven first-order dimensions such as productive practice, professional ethics and personality traits, and twenty-nine basic items like steadfast willingness, problem solving ability and pioneering spirit. Based on the quality model and the competency theory, the innovation qualities of technical worker can be divided into three parts: "below iceberg", "above iceberg" and "ice-water junction".

The innovation foundation second-order dimension in the measurement model of technical workers' innovative qualities reflect the criteria and quality requirements that technical workers should adhere to in their innovation activities, and elaborates the core and deepest essence of the "below iceberg" part in technical workers' innovative quality system, which is the basis of their innovative qualities. It includes two first-order dimensions of basic quality and professional ethics, and nine basic items such as steadfast willingness, meticulous earnest, and obedience consciousness.

The innovation practice second-order dimension in the measurement model of technical workers' innovative quality describes the specific behaviors of technical workers' innovation activities, and shows the manifestation characteristics of the "above iceberg" part in technical workers' innovative quality system, which elaborates their innovation qualities. It includes three first-order dimensions of interpersonal communication, problem solving, production practice and thirteen basic items such as achievement promotion ability, analysis ability, and production and operation ability.

The innovation guidance second-order dimension in the measurement model of technical workers' innovative quality reflects the technical workers' spiritual concept and ideological quality of the "ice-water junction" in innovation activities, which lies between the deep-seated characteristics and the implicit middle link of external performance and is the guidance of technical workers' innovative qualities. It includes two first-order dimensions of spiritual perception, personality traits and seven basic items of pioneering spirit, divergent thinking and willpower. The scale and measurement model of technical workers' innovative quality reasonably matches with the theoretical framework of content structure and can serve as a reliable measuring tool for technical worker's innovative qualities.

The theoretical value of this study lies in that it designs the content structure of technical workers' innovative quality, formulates a reliable and effective scale through empirical test, and builds up a measurement model of technical workers' innovative quality. It lays a foundation for future theoretical and empirical research on technical workers' innovative activities. The practical value of this study lies in that the innovative quality measurement scale as an evaluation tool can be widely used to evaluate the technical workers, select and train the technical workers with greater innovative potential. Also, it can be used as a diagnostic tool to measure the technical workers' performance in various dimensions of innovative quality, and then dynamically grasp the changing trend of technical workers' innovative qualities so as to improve the management practice in concerned key areas. The innovation of technical workers is a huge and extremely complex system, and the scale established in this study is a useful exploration in this field. It lays a foundation for further empirical research on technical workers' innovative behavior and how their innovative qualities affect their innovation mechanism in the future, and for carrying out a empirical research tool on technical workers' innovative behavior motivation.

**Keywords:** technical workers; innovation quality; scale development; measurement model