

创造性科学问题提出材料的编制及效度研究*

童丹丹^{1,2}, 禄鹏³, 杨文静², 邱江², 杨东², 张庆林²

(1. 西北师范大学心理学院, 甘肃省行为与心理重点实验室, 兰州 730030;

2. 西南大学心理学部, 认知与人格教育部重点实验室, 北碚 400715; 3. 西北民族大学数学与计算机科学学院, 兰州 730030)

摘 要:本研究通过对收集的科学发明创造实例进行整理, 测量, 访谈, 再测量, 建立拥有多项指标的创造性科学问题提出材料库, 以期为研究创造性科学问题提出提供有效的测试工具。在材料库的建立过程中, 对问题提出中的原型启发效应进行了探讨, 结果表明, 原型对创造性问题提出具有稳定的启发效应, 并且这种启发效应在具有理科背景的个体上有更明显的效果。此外, 创造性科学问题提出分数不仅与创造性成就倾向显著相关, 且在企业环境中也显示出了对于不同创造群体有效鉴别。

关键词:创造性; 问题提出; 原型启发; 创造性成就

中图分类号: B841.2

文献标识码: A

文章编号: 1003-5184(2020)03-0240-07

1 问题提出

爱因斯坦曾指出, “提出一个问题往往比解决一个问题更重要。提出新的问题、新的可能性、从新的角度去看待旧的问题, 需要有创造性的想象力, 它标志着科学的真正进步”(Einstein & Infeld, 1938)。历史和实践都表明, 科学技术和发明创造上的突破和创新, 无不从提出问题开始, 而创造性科学问题提出更是挖掘无价宝藏的向导, 它能激发个体进行积极有效地搜索与思考, 是个体应对困难问题和产生创造成果的重要保障(Beaty, Benedek, Silvia, & Schacter, 2016; Carson & Runco, 1999; Dietrich & Kanso, 2010; Hu, Shi, Han, Wang, & Adey, 2010)。以新的角度看待旧的问题是创新的开始, 所以越来越多的心理学家开始关注创造性问题提出的研究。探索科学的测量创造性问题提出能力的工具, 以及如何更好的鉴别创造性问题提出能力则是科研人员普遍关心的首要课题。

目前, 测量创造性问题提出能力的范式主要有: 托兰斯言语创造性测试: 被试根据图片尽可能多地提出问题, 问题越多越好, 越新颖越好, 答案以独特性, 流畅性和灵活性计分(Torrance, 1966); 问题产生任务: 要求被试写出在真实情境的学校生活或日常生活中对于他们来说重要的问题, 问题提出的数量越多越好。根据被试的答案以流畅性和原创性计分(Runco & Okuda, 1988; Runco, Illies, & Reiterpalmon, 2005); 创造性科学问题提出能力问卷: 该问卷

包含两类指导语, 即开放式指导语, 要求被试根据自身经验写出引发自己好奇的科学问题; 封闭式指导语, 要求被试基于一幅宇航员站在月球上的图片提出科学问题, 同样以独特性, 流畅性和灵活性计分(Hu, Shi, Han, Wang, & Adey, 2010; Cheng, Hu, Jia, & Runco, 2016); 大学生问题发现测试: 该测试包括两种情景材料: 包含矛盾与错误的科学骗局(矛盾式情景材料), 和不具有任何现成的矛盾和错误的描述(潜藏式情景材料), 评分标准由问题数量、新颖性等8个指标组成(陈丽君, 2011, 2014)。

尽管创造性问题提出的研究已取得一些进展, 为该领域的研究打下了夯实的基础(陈丽君, 郑雪, 2011; Chen, Hu, & Plucker, 2014; Cheng, Hu, Jia, & Runco, 2016; Jia et al., 2017; Lowrie, 2002; 原鹏莉, 2016), 但测试工具方面可能存在如下几点不足有待进一步完善。首先, 从理论支撑上来讲, 已有工具大都使用发散性思维测验来测量创造性科学问题提出, 而较少从聚合思维的角度来进行研究。问题提出应包括发散思维和聚合思维(Allen & Thomas, 2011; Herman & Reiter-Palmon, 2011), 没有聚合思维的发散性思维仅仅能够产生大量不计后果的问题(Cropley, 2006; Runco, 1994)。其次, 从实验材料上来讲, 已有测量工具大都基于简单物品, 文字或图片, 较少基于真实情境对问题提出进行测量, 生态学效度较低, 而相对于标准的发散性思维测验, 真实情境的问题提出测试分数更能预测个体的创造性能力

* 基金项目: 国家自然科学基金项目(31470981, 71472156), 教育部人文社会科学研究项目(19XJC190001), 甘肃省社科规划项目(19YB026), 兰州市人才创新创业项目(2015-RC-60)。

通讯作者: 张庆林, E-mail: zhangql@swu.edu.cn; 杨东, E-mail: yangd@swu.edu.cn。

(Okuda et al., 1991)。再次,从评价维度上来讲,已有测量工具缺少对适宜性/价值性的探讨,而进行创造性评价过程至少应该包括新颖性评价和适宜性评价(有效性)两个部分(Huang et al., 2015; Kalady, Elikkottil, & Das, 2010; 衣新发, 胡卫平, 2013)。最后,从应用范围上来讲,已有工具大多是问卷测验,在数量和同质性上无法满足 ERP、fMRI 等认知神经科学手段的要求。

“表征转变”理论认为人们在面对问题情境时,倾向于根据情境所提示的方式来对问题情境进行表征,并在相应的错误问题空间进行搜索。如果在问题空间中长时间找不到方法,就需要在元水平空间中去搜索一个恰当的表征,进入正确的问题空间,最终使问题得以解决(Kaplan & Simon, 1990)。“原型激活”理论则认为当问题解决者遇到思维僵局时,可以在表面无关但具有内在语义连接的原型的启发下,打破原有的思维僵局,将原型事物中所包含的启发信息运用于“科学难题”解决,从而换用高效率的启发式搜索(张庆林, 田燕, 邱江, 2012)。基于这两种理论,本研究假设个体在遇到带定势思维的问题情境时,受到定势思维的束缚,可能在错误的空间内进行搜索。如果个体想提出创造性问题就需要进入元水平问题空间,搜索到其他表征,这时则可能提出新颖性问题,而激活头脑中或者外界环境中的启发性信息,与问题情境建立联系,则使得提出新颖且有效的问题成为可能。

据此,本研究以“表征转换”和“原型激活”理论为依据,从“新颖性”和“有效性”的角度出发,尝试建立拥有多项指标的创造性科学问题提出材料,以期为问题提出的认知机制和脑机制的研究提供有效的研究工具。

2 实验1

2.1 研究目的

创造性科学问题提出的实验材料。

2.2 研究方法

2.2.1 被试

西南大学在校生 48 人,平均年龄 21.8 ± 1.37 岁,其中男生 17 人,视力或矫正视力正常。

2.2.2 材料

2.2.2.1 实验材料

对科学发明创造实例进行修改整理,最终收集到了 12 个科学发明实验问题材料。每个题目均包含暗含矛盾的问题情境、具有一定错误导向的旧问题和具有启发性信息的原型。题目实例举例:

问题情境:地球周围有很多小行星,如果行星撞击地球会带来毁灭性的灾难。可如果发射原子弹去

炸毁行星,又会带来各种原子辐射的危害。

旧问题:如何解决原子弹炸毁小行星后带来的辐射问题?

原型:我们在打台球的时候,用一点点力量撞击一颗前进中的台球,它就会改变方向,离开原来的轨道。

暗含矛盾的问题情境可以引发个体对提出问题的思考和猜想性的解释。旧问题的设定采用个体阅读情境后,首先会想到的且没有任何价值性的简单问题,是为个体提供错误的思维定势,引导其进入错误的问题空间。原型的提供既可以帮助个体跳出错误的水平空间又帮助个体指明了问题方向,进入正确的问题空间。

2.2.2.2 问卷材料

托兰斯言语创造性测试是应用较为广泛的创造性测量工具(Chávez - Eakle et al., 2007; Kim, 2006)。物品改进维度是给被试一张画有玩具的图片(大象),让被试尽可能想到最奇妙、最有趣和最不寻常的方法来改进这个玩具,以使儿童更加喜欢玩,想法越多越好,越新奇越好。问卷结果从独创性、灵活性和流畅性三个方面进行评分。

创造性成就问卷由两个部分组成:第一部分让被试勾选出自己有特殊才能的领域;第二部分包含艺术、科学、幽默和烹饪等 10 个领域的成就。7 级评分,每个评级都有详细描述,“0”表示“我在这个领域没有经历训练或特殊才能”,“7”表示“我在这个领域获得过国家级奖励”,且在带星号的句子旁的括号里写上具体的发生次数。创造性成就问卷有较好的重测信度($R = 0.81$),内部一致性系数($\alpha = 0.96$)(Carson et al., 2005)。

2.2.2.3 访谈材料

访谈材料主要由以下 6 个问题组成:

1、在根据问题情境提出新的问题时,你有被旧问题影响吗?

2、根据一个问题情境提出新的问题时,你每次可以思考出几个问题,你是如何选择最终答案的呢?

3、启发性信息对你提出新的问题有帮助吗?如何起作用?

4、情境信息呈现的时间足够你思考一个新颖有效的问题吗?

5、你觉得实验过程中有感觉别扭或者有歧义的地方吗?

6、阅读的情境材料或者原型材料是否之前接触过,如果接触过对你提出问题会有影响吗?

2.2.3 实验程序

所有被试均单独施测,实验材料在电脑上呈现

并自动记录被试的反应。为了更好的探索测量科学发明问题新发现材料的最佳范式,实验采用“一对一”和“多对多”两种呈现方式,每种方式各 6 个问题,共 12 个科学发明问题新发现材料。

“一对一”测试组的实验程序:屏幕呈现实验程序的指导语,被试理解后按空格键;首先呈现注视点“+”,时间为 0.5 秒,接着呈现情境和旧问题,被试迅速理解问题并提出一个被试认为适合情景的新颖且有效的新的问题,60s 到后,情境和旧问题消失,会有一个作答提示,被试根据情境出现的顺序依次

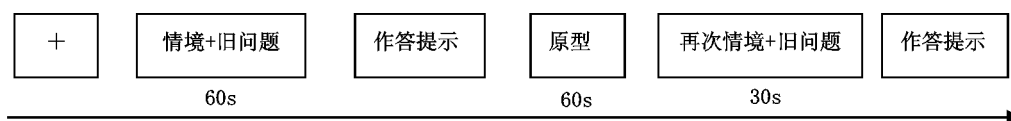


图 1 “一对一”实验流程图

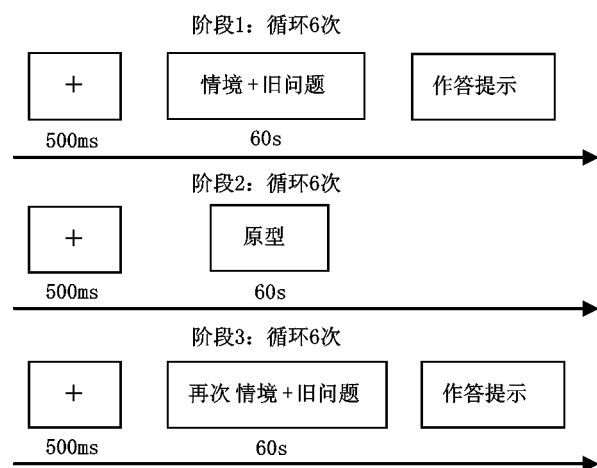


图 2 “多对多”实验流程图

“多对多”测试组的实验程序:首先呈现注视点“+”,时间为 0.5 秒,接着依次呈现 6 个情境和旧问题,被试迅速理解问题并提出一个被试认为适合情景的新颖有效的新的问题,60s 到后,情境和旧问题消失,会有一个作答提示,被试根据情境出现的顺序依次写下自己在情境和旧问题呈现阶段提出的新问题,写完按“1”键,作答提示消失,进入下一个问题情境,直至 6 个问题情境材料呈现完为止。接下来会依次呈现 6 个原型,被试仔细阅读理解后按“1”键,材料至多呈现 1 分钟,时间到后自动跳到下一个原型,直到 6 个原型呈现完为止。最后再次呈现之前呈现过的 6 个情境和旧问题,被试需要思考并基于相同的问题情境再次提出新的问题,30s 后情境和旧问题材料消失并呈现作答提示,被试写完按“1”键,提示消失进入下一个问题情景,直到 6 个问题情境材料呈现完为止。实验流程如图 2 所示。避免被试在“一对一”方式中更快的学习原型对问题新发

在答题纸上写下自己在情境和旧问题呈现阶段提出的新问题,写完按“1”键,作答提示消失。接下来会呈现一个原型,被试仔细阅读理解后按“1”键,材料至多呈现 1 分钟,时间到后材料自动消失。最后会再次呈现同样的情景和旧问题,被试需要思考并基于相同的问题情境再次提出新的问题,30s 后情景和材料消失并呈现作答提示,被试写完按“1”键,完成一题。之后重复前面的步骤测试第二题,直到 6 个题目全部测完。实验流程如图 1 所示。

现的促进作用,所有被试都是先接受“多对多”测试再接受“一对一”测试,且不同测试方式之间被试可进行适当地休息被试完成科学发明问题新发现任务后,还需完成物品改进测验、创造性成就测验及主试访谈。

2.2.4 评分标准

将已有理论与当前范式相结合的基础上,制订了创造性科学问题提出的评价标准。如果答案是对旧问题的简单重复或者对其意思的重复表达,则认为个体仍束缚于旧的问题空间,例如:如何减少原子辐射的影响? / 怎么样制造辐射低的核武器? 计 0 分;如果答案不纠结于旧问题所设定的问题空间,而是指向未来且充满想象性,例如:行星撞击地球的危害大还是原子辐射危害大? / 小行星为什么会撞击地球计 1 分;如果答案既不纠结于旧的问题空间且提出的问题又具有一定的问题解决思路的科学假设,具有有效性或价值性,例如:可以设计轨道,让小行星自己远离地球吗? / 其他力量撞击小行星,使其偏离原来的轨道? 计 2 分。

新颖性问题的比率是指得分为非 0 分的题目占总测试题目的比率,有效性问题的比率是指得分为 2 分的题目占总测试题目的比率。

2.3 结果与分析

2.3.1 访谈结果

通过访谈发现,被试大都报告自己会受到了旧问题的误导,很容易在一直加工旧问题。根据一个情境,他们大概可以提出 1~3 个问题。启发性信息对他们提出问题有帮助,感觉为提出新问题指明了一个方向。实验过程中时间稍长,个别有不理解的地方。

2.3.2 不同范式下提出新颖有效问题的统计结果

比较了 12 个科学发明问题新发现材料在“一对一”和“多对多”范式,有无原型学习条件下提出新颖性和有效性问题的比率,见表 1。

表 1 提出新颖,有效问题的比率

问题类型	<i>N</i>	“一对一”范式	“多对多”范式
无原型新颖性问题	48	0.77 ± 0.18	0.86 ± 0.09
无原型有效性问题	48	0.29 ± 0.17	0.32 ± 0.17
有原型新颖性问题	48	0.94 ± 0.07	0.96 ± 0.04
有原型有效性问题	48	0.52 ± 0.19	0.51 ± 0.09

2.3.3 不同范式下原型启发效应的统计结果

在“一对一”范式中,无原型条件和有原型条件提出新颖性问题的比率差异显著($t_{(11)} = -3.541, p < 0.001$, Cohen's $d = 1.13$),无原型条件和有原型条件提出有效性问题的比率差异显著($t_{(11)} = -4.232, p < 0.001$, Cohen's $d = 1.09$)。

在“多对多”范式中,无原型条件和有原型条件提出新颖性问题的比率差异显著($t_{(11)} = -4.127, p < 0.005$, Cohen's $d = 1.07$),无原型条件和有原型条件提出有效性问题的比率差异显著($t_{(11)} = -3.589, p < 0.001$, Cohen's $d = 1.05$)。

结果表明,原型材料能够促进被试更好的打破

已有情境中的定势,从而做到旧问题新界定,提出新颖性问题。又指出新的问题方向,使得提出有效性的问题成为可能。

2.3.4 不同范式下问题新发现相关分析的统计结果

创造性成就测验相关分析发现:在“一对一”范式,无原型学习条件提出有效性问题的比率与创造性成就测试分数相关显著($r = 0.319, p < 0.05$);在“多对多”范式,无原型学习条件提出有效性问题的比率与创造性成就测试分数相关显著($r = 0.309, p < 0.05$),有原型学习条件提出有效性问题的比率与创造性成就测试分数相关显著($r = 0.296, p < 0.05$)。结果表明,科学发明问题新发现材料及原型启发范式能够一定程度上预测到现实生活中创造性成就的高低,具有一定的有效性。具体相关系数参见表 2。

产生这样的结果的原因在于,“一对一”的实验范式对被试思维的创新性要求比较低,而“多对多”实验范式要求个体在阅读问题情境时,都必须在头脑中的 6 个原型中激活一个有恰当原型,与真实生活中的创造性思维更加相符。

表 2 创造性成就与新颖有效问题比率之间的相关系数

范式类别		无原型		有原型	
		新颖性	有效性	新颖性	有效性
创造性成就	一对一范式	0.242	0.319*	0.145	0.125
	多对多范式	0.201	0.309*	0.058	0.296*

注: * 表示 0.05 水平显著

3 实验 2

3.1 研究目的

建立拥有多项指标的创造性科学问题提出材料库。

3.2 研究方法

3.2.1 被试

选取西南大学在校文理科学学生共 59 人,平均年龄 20.92 ± 1.58 岁,男生 26 人。

3.2.2 材料

通过自评问卷收集被试年龄、性别、专业、成绩综合排名等变量。其中,成绩综合排名为 5 级评分(1,年级前 20% - 5,年级 80% - 100%)。按照实验一的方法收集更多的科学发明问题实例,同行专家修订后,最终得到 32 个科学发明问题进行实验。

访谈材料同上。

3.2.3 实验程序

结合实验 1 的结果及已有的问题解决实验范式的研究(吴真真,邱江,张庆林,2008),实验 2 在实验中采取“8 对 8”的实验范式。实验中将 32 个题目随机分为两组,前 16 题实验组和后 16 题实验组,

且每组由两个“8 对 8”程序构成。“实验程序除每轮循环的刺激由 6 个改为 8 个,其余与实验 1 相同。

3.3 结果与分析

3.3.1 创造性科学问题提出材料库

3.3.1.1 题目定势强度、难度、启发量的统计结果

每个题目都包含解除定势和提出新问题两类分数,由于被试在实验中需要在有无原型两种条件下分别提出问题,因此,每个题目的解除定势和提出新问题分数都有两个:独立解除定势(指只呈现问题情境和旧问题时,被试提出新颖性问题的比率);独立提出问题(指只呈现问题情境和旧问题时,被试提出有效性问题的比率,被试独立提出新问题的能力指标);启发解除定势(指学习原型后,被试提出新颖性问题的比率);启发提出问题(指学习原型后,被试提出新颖有效性问题的比率,是利用原型界定新问题能力的指标)。

运用这两类分数可以计算以下指标,每个题目的“定势强度值”指的是旧问题对于个体提出新颖性问题的束缚值,计算公式为:定势强度 = $100 - \text{独立解除定势} \times 100$;每个题目的“难度系数”指的是

个体独立提出问题的难度值,计算公式为:难度系数 = $100 - \text{独立发现问题} \times 100$;每个题目的“新颖性原型启发量”指的是原型的提供,对于提出新颖性问题的促进值,计算公式为原型启发量 = $(\text{启发提出新颖性问题} - \text{独立提出新颖性问题}) \times 100$;每个题目的“有效性原型启发量”指的是原型的提供,对于提出有效性问题的促进值,计算公式为原型启发量 = $(\text{启发提出有效性问题} - \text{独立提出有效性问题}) \times 100$ 。

创造性科学问题提出材料库《科学发明问题新发现材料库》中所有 32 个问题分数的平均值分别为,独立解除定势 = 0.85 ± 0.15 ,启发解除定势 = 0.93 ± 0.08 ,独立发现问题 = 0.42 ± 0.20 ,启发发现问题 = 0.49 ± 0.16 ;32 个原型的新颖性平均原型启发量 = 8.93;有效性平均启发量 = 7.56;32 个问题的平均难度系数 = 56.49,平均定势强度 = 14.78。这些指标的建立有助于中的每个题目的特征进行量化,为后续不同实验目的及实验条件的研究选取恰当的实验材料提供了依据。

3.3.2 文理科专业及成绩排名对创造性科学问题提出的影响

对文理科专业进行独立样本 T 检验发现,文科在有原型提出有效性问题的比率上差异显著 ($t_{(57)} = -2.15, p < 0.05, \text{Cohen's } d = 0.57$),理科生利用原型提出新颖有效问题的比例高于文科生。

对成绩综合排名(前 40% 和后 40%)进行独立

样本 T 检验发现,成绩综合排名对创造性科学问题提出无显著影响。

4 实验 3

4.1 研究目的

企业环境中验证创造性科学问题提出材料的有效性。

4.2 研究方法

4.2.1 被试

本实验以参与某企业培训的研发类员工和操作类员工为调查对象,其中,研发类员工 38 人,操作类员工 37 人;男性占 69.3%,女性占 30.6%;平均年龄为 29.77 ± 5.81 岁。

4.2.2 材料

通过自评问卷收集被试年龄、性别、教育程度等个人信息,选取 5 个难度适宜的材料用于实验。

4.2.3 实验设计

采用单因素被试间实验设计。自变量为企业员工创造力,相对高创造力以研发类员工为样本主体,相对低创造力以操作类员工为样本主体。因变量采用有原型新颖性和有效性指标。控制变量包括员工年龄、接受教育程度等。

4.2.4 实验结果

4.2.4.1 描述统计

对两组被试在创造性科学问题提出分数,年龄的平均数和标准差以及组别差异检验见表 3。

表 3 创造性科学问题提出分数及组别之间的差异检验

测量指标	相对高创新		相对低创新		T 值	P 值	Cohen's d
	平均数	标准差	平均数	标准差			
新颖性问题	0.92	0.15	0.85	0.23	1.48	0.144	0.36
有效性问题	0.49	0.36	0.29	0.30	2.58	0.012 *	0.61
个体年龄	32.34	6.48	27.14	3.47	4.32	0.000 **	1.00

注: * 表示 0.05 水平显著, ** 表示 0.01 水平显著。

4.2.4.2 协方差分析

采用协方差分析的方法,协变年龄和学历等额外变量的影响,检验控制变量(工作创新度)在观察变量(提出新颖性和有效性问题)上的差异。首先,检验协变量与控制变量之间是否存在交互作用。采用 SPSS 软件分析后结果发现,新颖性指标上,工作创新度与年龄之间交互作用不显著, $F(1, 73) = 0.28, p = 0.598$;工作创新度与学历之间交互作用不显著 $F(1, 73) = 0.51, p = 0.479$;有效性指标上,工作创新度与年龄之间交互作用不显著, $F(1, 73) = 0.62, p = 0.434$;工作创新度与学历之间交互作用不显著 $F(1, 73) = 0.20, p = 0.655$ 。

协方差分析结果发现,新颖性指标上,相对高创新组和相对低创新组差异不显著, $F(1, 73) = 1.38,$

$p = 0.243$;有效性指标上,相对高创新组和相对低创新组差异显著, $F(1, 73) = 4.69, p = 0.034, \eta^2 = 0.06$ 。结果表明,不同创新组在提出问题的有效性上差异显著,相对高创新组提出有效性问题的比率更高。

5 讨论

5.1 科学发明问题新发现材料的有效性探讨

Getzels 和 Csikszentmihalyi 通过将艺术领域问题发现者和普通对照组进行对比,结果发现艺术领域的发现者有更大的取得成功的可能性 (Jacob, Getzels, & Csikszentmihalyi, 1976)。Wakefield 通过线条图形任务评估个体问题发现能力,结果表明问题发现能力与几种创造性潜力显著相关并能够对创造性潜力做出预测 (Wakefield, 1985)。Okuda 的研

究也发现相比于标准测试中的问题提出和发散性思维测试,真实情境中的问题提出测试与创造性成就有更高的相关(Okuda et al., 1991)。本实验发现创造性科学问题提出能力得分和创造性成就测试分数有显著的正相关,在一定程度上重复了前人的研究成果,说明了科学发明问题新发现材料和“多对多”实验范式的有效性。

操作员工多依靠固定的流程,范本和标准来完成工作,工作具有简单性,可重复性等特点,由于已经具有特定的流程和范例,使得大多数的个体不会再次思考新颖或者更有价值的方法(张金文, 2011)。相比较而言,研发人员是企业创新的主体,主要从事复杂性、风险性和创新性并存的工作,工作内容常常以创新性想法或具有创意的解决方案等形式呈现(郑子林, 2014)。因此,当给予二者相同的创造性科学发明问题情景后,相对于操作类人员,研发人员因其较高的创新意识和开拓思维以及较强的信息处理能力而更容易打破旧问题的束缚,在原型的启发下提出新颖有效的问题。实验结果进一步在企业环境中验证了创造性问题新发现范式和测验材料的有效性,可以在企业中用于不同创新能力个体的鉴别。

5.2 创造性科学问题提出材料的建立

Thomas 认为使用现实生活中发生过的科学发明创造实例对创造性思维进行研究,因其接近科学发明创造实际,有更高的生态学效度(Ward, 2007)。已有研究表明,相比于实验中给定的问题,个体自主发现的问题更有助于创造性思维的产生(Mark, Runco, & Okuda, 1988),也就是说,被试在情景中自己提出有效问题将更有利于后续问题的解决。当前研究中发展的科学发明问题新发现材料是基于真实的科学发明情境,注重如何跳出情境和旧问题所引发的错误问题空间,进而寻找正确问题方向的能力。当前测试中旧问题的思维定势更类似于生活中的百思不得其解,弥补了以往实验材料在生态学效度上的不足。此外,科学发明问题新发现实验材料的评分标准包含新颖性和有效性两个方面,与创造性思维的定义更加一致,更符合创造性的内涵和现实。通过对如何从情景中提出有效的具有一定价值指向性的问题或带有科学假设问题进行研究。当前实验材料弥补了已有测量问题提出材料在评分标准和生态学效度上的不足,为后续的创造性思维的认知和神经机制的研究创立一种有效的测量工具。

5.3 问题新发现中的原型启发效应

启发性原型被广泛运用于科学发明领域,即使在日常生活中,创造性想法的产生也总离不开某些外界出现在个体心理视野内的启发信息的唤醒。在

本研究的中,在不同范式和材料中稳定的表现出原型启发效应。也就是说,原型能够有效地引发提出新颖有效问题的思维过程,对问题提出有效地起到启发促进作用。已有研究表明,对特定领域问题的表征需要个体选择和调用相关的领域知识,并与情境材料中出现的关键词在工作记忆中进行整合,形成有意义的信息组块(李广洲,任红艳,余嘉元, 2001)。问题发现需要个体能够自发地在已有经验和当前信息之间建立起联系(Sapp, 1995)。陈丽君也认为在问题发现中,鼓励学生有意识地进行联系性地思考,可以有效促进个体对信息的理解和加工,进而获得更新颖和有价值的科学问题(陈丽君,郑雪, 2009)。由此可见,正因为原型中的启发信息与情境中的矛盾信息之间建立新异的连接,进而促进了创造性科学问题的提出。

理科生利用原型提出有效问题的比例高于文科生,这一结果似乎表明发现问题不是简单的无中生有的过程,而是需要对启发对象的理解为基础的,且相比于综合的成绩,领域相关知识背景更能够帮助个体深刻认识启发知识,进而更有效的在原型启发下提出具有科学假设的有价值的问题。

参考文献

- 陈丽君,郑雪.(2011).问题发现过程认知阶段划分的探索性研究.《心理学探新》,31(4),332-337.
- 陈丽君,郑雪.(2014).大学生问题发现过程的眼动研究.《心理学报》,46(3),367-384.
- 李广洲,任红艳,余嘉元.(2001).高中学生解决计算类化学问题的表征及其与策略关系的研究.《心理发展与教育》,17(3),33-39.
- 原鹏莉.(2016).DRD2 基因、父母教养方式与创造性问题提出能力的关系(硕士论文).山东师范大学.
- 衣新发,胡卫平.(2013).科学创造力与艺术创造力:启动效应及领域影响.《心理科学进展》,21(1),22-30.
- 张金文.(2011).中小民营企业一线操作员工流失的影响因素研究(硕士毕业论文).苏州大学.
- 张庆林,田燕,邱江.(2012).顿悟中原型激活的大脑自动响应机制:灵感机制初探.《西南大学学报(自然科学版)》,34(9),1-10.
- 郑子林.(2014).知识型员工心理契约违背的影响及预防措施探析.《管理世界》,(4),1-4.
- Allen, A. P., & Thomas, K. E. (2011). A dual process account of creative thinking. *Creativity Research Journal*, 23(2), 109-118.
- Beaty, R. E., Benedek, M., Silvia, P. J., & Schacter, D. L. (2016). Creative cognition and brain network dynamics. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(2), 87-95.
- Carson, D. K., & Runco, M. A. (1999). Creative problem solving and problem finding in young adults: Interconnections

- with stress, hassles, and coping abilities. *The Journal of Creative Behavior*, 33(3), 167 – 188.
- Carson, S. H., Peterson, J. B., & Higgins, D. M. (2005). Reliability, validity, and factor structure of the creative achievement questionnaire. *Creativity Research Journal*, 17(1), 37 – 50.
- Chavez, R., Graff – Guerrero, A., Garcia – Reyna, J., Vaugier, V., & Cruz – Fuentes, C. (2004). Neurobiology of creativity: Preliminary results from a brain activation study. *Salud Mental*, 27(3), 38 – 46.
- Chen, B., Hu, W., & Plucker, J. A. (2014). The effect of mood on problem finding in scientific creativity. *Journal of Creative Behavior*, 50(4), 308 – 320.
- Cheng, L., Hu, W., Jia, X., & Runco, M. A. (2016). The different role of cognitive inhibition in early versus late creative problem finding. *Psychology of Aesthetics Creativity & the Arts*, 10(1), 32 – 41.
- Cropley, A. (2006). In praise of convergent thinking. *Creativity Research Journal*, 18(3), 391 – 404.
- Dietrich, A., & Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 136(5), 822.
- Einstein, B. A., & Infeld, L. (1938). *The evolution of physics*. Simon and Schuster.
- Getzels, S. W., & Csikszentmihalyi, M. (1976). *The creative vision: A longitudinal study of problem finding in art*. Wiley, New York.
- Herman, A., & Reiterpalmon, R. (2011). The effect of regulatory focus on idea generation and idea evaluation. *Psychology of Aesthetics Creativity & the Arts*, 5(1), 13 – 20.
- Hu, W., Shi, Q., Han, Q., Wang, X., & Philip, A. (2010). Creative scientific problem finding and its developmental trend. *Creativity Research Journal*, 22(1), 46 – 52.
- Huang, F., Fan, J., & Luo, J. (2015). Neural basis of novelty and appropriateness in processing of creative chunk decomposition. *Neuroimage*, 113, 122 – 132.
- Jia, X., Hu, W., Cai, F., Wang, H., Li, J., Runco, M. A., et al. (2017). The influence of teaching methods on creative problem finding. *Thinking Skills & Creativity*, (24), 86 – 94.
- Kaplan, C. A., & Simon, H. A. (1990). In search of insight. *Cognitive Psychology*, 22(3), 374 – 419.
- Kim, K. H. (2006). Can we trust creativity tests? A review of the Torrance tests of creative thinking (TTCT). *Creativity Research Journal*, 18(1), 3 – 14.
- Lowrie, T. (2002). Young children posing problems: The influence of teacher intervention on the type of problems children pose. *Mathematics Education Research Journal*, 14(2), 87 – 98.
- Okuda, S. M., Runco, M. A., & Berger, D. E. (1991). Creativity and the finding and solving of real – world problems. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 9(1), 45 – 53.
- Runco, M. A. (1994). *Problem finding, problem solving and creativity*. Ablex Publishing Corporation.
- Runco, M. A., Illies, J. J., & Reiterpalmon, R. (2005). Explicit instructions to be creative and original: A comparison of strategies and criteria as targets with three types of divergent thinking tests. *Korean Journal of Thinking & Problem Solving*, 15(1), 5 – 15.
- Runco, M. A., & Okuda, S. M. (1988). Problem discovery, divergent thinking, and the creative process. *Journal of Youth and Adolescence*, 17(3), 211 – 220.
- Sapp, D. D. (1995). Creative problem – solving in art: A model for idea inception and image development. *The Journal of Creative Behavior*, 29(3), 173 – 185.
- Torrance, E. P. (1974). *The Torrance tests of creative thinking – norms – technical manual research edition – verbal tests, forms A and B – figural tests, forms A and B*. Princeton, NJ: Personnel Press.
- Wakefield, J. F. (1985). Toward screativity: Problem finding in a divergent – thinking exercise. *Child Study Journal*, 15(4), 16.
- Ward, T. B. (2007). Creative cognition as a window on creativity. *Methods*, 42(1), 28.

Validation and Compilation of the Creative Scientific Problem Finding Materials

Tong Dandan^{1,2}, Lu Peng³, Yang Wenjing², Qiu Jiang², Yang Dong², Zhang Qinglin²

(1. School of Psychology, Northwest Normal University, Lanzhou 730030; 2. School of Psychology, Southwest University, Beipei 400715; 3. Institute of Mathematics and Computer Science, Northwest Minzu University, Lanzhou 730030)

Abstract: On the basis of literature analysis and theoretical research, through the adaptation, measurement, interviews, and measure again for real – life scientific inventions examples to build a new materials of creative scientific inventive problem finding which own a number of indicators and could apply for the study of scientific problem finding. In the process of the establishment of the materials, the present study investigate the effect of heuristic prototype, the results show that individuals with a background of science have more obvious prototype effect. In addition, the score of creative scientific problem finding is not only significantly related to the tendency of creative achievement, but also shows the effective identification of different creative groups in the enterprise environment.

Key words: creativity; problem finding; heuristic prototype; creative achievement