

跨学科概念图创作能力与科学创造力的关系*

胡卫平 张淳俊

(山西师范大学教育与心理科学学院, 临汾 041004)

摘要 采用科学领域的跨学科概念图创作任务,探讨了跨学科概念图创作能力与科学创造力的关系。研究发现:(1)跨学科概念图创作能力与科学创造力显著正相关;(2)概念图创作的命题、交叉连接与创造力的流畅性、独创性、灵活性显著相关;交叉连接与独创性显著相关;(3)跨学科概念图创作能力的个体差异表现在科学创造力的各个方面。研究表明,跨学科概念图创作任务与科学创造力测验考察了学习者相似的心理能力;跨学科概念图创作不仅可以用于促进跨学科信息整合和知识建构,还可以作为理解学习者创造性思维能力的有效工具。

关键词 跨学科概念图创作能力,科学创造力,跨学科学习。

分类号 B849: G305

1 引言

1.1 概念图创作及其教学功能

概念图(Concept Map)是 Novak 等人^[1]根据心理学家奥苏伯尔的有意义学习理论提出的用来帮助学习者建构和表征知识的心理工具。概念图典型地采用图示的形式,由一系列节点(Nodes)和连接(Links)组成,表征学习者对给定主题的理解和解释。其中,关键的概念叫做节点;节点被不同的路径和关系连接起来形成命题(Propositions)。根据奥苏伯尔的认知同化学习理论,概念图创作要求认知按照层级结构(Hierarchies)来组织,新概念应该被归属于更具有概括性的概念。当学习者将新知识按照层级进行组织,同时探索不同知识间的可能联系时,有意义学习就发生了^[2]。

教学生创作概念图时,下面五个步骤被普遍推荐^[3]:(1)回忆与主题相关的主要概念;(2)将回忆获得的概念按照先抽象后具体的原则进行排列;(3)对有关系的概念进行连接,并注明关系;(4)对概念图进行扩展,从概念到对概念的定义、解释和范例对每个概念进行扩展,使概念图形成分枝;(5)分析并建立交叉分枝连接(简称交叉连接, Cross-links)。

因此,Baroody 等人^[3]认为,概念图创作(concept mapping)首先需要学习者在长时记忆中检索与主题相关的信息以便提出尽可能多的相关概念,包括对概念的定义解释和事实依据等;接着,学习者在他们所检索到的信息中来检测与信息相关的模式,并按照逻辑的层级和分类把他们描述出来;随后,他们才能在概念、事例和事实证据之间建立合理的联系;除此之外,积极寻求模型的态度倾向以及用于检测模型的策略,还有概念图创作方法的使用都有助于学习者将新学到的信息和先前获得的信息一起进行组织,使其进入学习者能够理解的图示表征模式,最终使这种表征模式外显化。概念图创作考虑到了学习者认知模式形成的适应性和灵活性^[3]。

在教育领域,概念图的应用表现在三个方面:第一,应用于教学,概念图可以帮助教师组织课程。Phillip (1993)等人^[4]使用元分析技术研究了概念图作为一种教学工具的有效性。通过分析 19 篇有代表性的研究报告,结果发现,概念图教学对学习者的学业成就有中等水平正相关,而对学习者的态度却有很显著的正相关。第二,应用于学习,概念图可以帮助学习者组织和建构知识。许多研究表明,概念图创作教学促进了学习者的有意义学习^[5,6]。对于哪种概念图创作的教学方法导致了更好的学习效

收稿日期:2005-09-26

*教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(03JZD0034)、山西省软科学基金项目(2006041032)和山西师范大学教育科学基金项目(YJ06006)。

通讯作者:胡卫平, E-mail: weipinghu@163.com; 电话: 0357-2051514

果,Anderson-Inman和 Zeitz研究发现^[5],当要求在学习的不同阶段创作他们自己的概念图时,学习者受益最多。因为,这种概念图创作教学过程中,学习者最容易变成积极的参与者^[5]。第三,应用于教学评价,概念图可以用来诱发和识别学习者长时记忆(LTM)中某一领域的结构性知识。通过对概念图创作(Concept Mapping)任务的分析研究,教师可以深入理解学习者的认知结构和认知模式^[2]。

20世纪80年代以来,教育与心理学研究者为了进一步理解学习者在知识建构学习中存在的差异,概念图技术被广泛应用^[4]。很多研究考察了概念图创作能力与其相关能力的关系,但绝大多数研究主要关注具体学科的概念图建构,例如数学^[3]、生物^[7]等,但跨学科概念图建构的相关研究很少。跨学科概念图与学科概念图最显著的差异在于前者包含了跨学科知识成分。此外,跨学科概念图创作可以激发学习者在更加宽广的学科背景下来整合知识,使有意义学习更加成为可能。本研究主要关注跨学科概念图。

1.2 概念图创作能力与创造力

创造力是个体根据一定的目的,运用一切已知信息,在独特地、新颖地、且有价值地产生某种产品的过程中,表现出来的智能品质或能力^[8]。创造力的发挥既需要学科知识也需要跨学科知识,这样才能够避免思维僵化而提出新颖观点^[9]。Feldhusen^[10]特别强调创造过程中跨学科知识的重要性,并且设计了一个基于问题发现和解决问题的创造力加工模型。他们认为,不同学科领域的知识对问题识别具有重要意义。此外,知识的综合运用也有助于对问题理解的加深和解决方案的评价与选择。

已有研究表明,概念图创作能力与创造力是相关的。Robinson认为^[11],一张概念图就像教室的一面镜子,反映了学习者思维的流畅性、灵活性和独创性。Wandersee认为^[12],概念图创作连接着学习者的理解、解释、认知转换以及创造力。他认为概念图创作的功能是四位一体的:第一,它能够对学习者的假设能力提出挑战;第二,它可以识别新的模式;第三,它可以诱发新的联系;第四,它可以将未知的东西可视化。随后的研究中,Russell和 Meikamp发现^[13],创造力训练有助于概念图创作能力提高。他们认为概念图创作是一种元认知策略,它允许学习者在宽泛的概念空间中来创造性地整合概念之间的关系。Flower等人^[14]的研究扩展了这一观点。他们发现,在组织信息和材料时,许多作家的确使用了

概念图这种策略作为工具来达到“头脑风暴”(Brainstorming)(思维高度活跃,打破常规而产生大量创造性设想)的目的。从另一个角度,Riley等人^[15]的研究发现,概念图写作任务促进了学生的创造力。但是,以往研究没有澄清概念图创作能力与创造力各能力维度之间的关系,也没有研究不同创造能力的学习者概念图创作能力的差异;此外,以往有关概念图创作能力与创造力关系的研究主要关注具体学科的概念图的建构,而没有发现跨学科概念图建构的相关研究。创造力的发挥既需要学科知识也需要跨学科知识,这样才能够避免思维僵化而提出新颖观点^[16,17]。Amabile特别强调创造过程中跨学科知识的重要性,并且设计了一个基于问题发现和解决问题的创造力加工模型^[9]。他们认为,不同学科领域的知识对问题识别具有重要意义,知识的综合运用也有助于对问题理解的加深和对解决方案的评价与选择。本研究将主要关注跨学科概念图创作能力与创造力的关系。

综合以上文献可知,目前关于跨学科概念图创作能力以及它与创造力关系的研究还存在三个方面的问题:(1)以往研究很少关注学习者的跨学科概念图创作能力;(2)没有澄清跨学科概念图创作能力与创造力各能力维度之间的关系;(3)没有澄清不同跨学科概念图创作能力的学习者创造力的差异。本研究试图采用科学领域的跨学科概念图创作任务来进一步探讨跨学科概念图创作能力与创造力的关系,并试图揭示不同跨学科概念图创作能力的学习者科学创造力的差异,以推动跨学科知识整合教学的相关研究,同时为创造力的培养提供一定的理论依据。

2 研究方法

2.1 被试

选取山西省临汾市一所普通高级中学高二年级两个理科班共计108名学生为研究被试,男生60(56%)名,女生48(44%)名。被试平均年龄17.64岁,标准差0.33岁。

2.2 研究工具

2.2.1 跨学科概念图创作任务 为减少被试主题偏好引起的误差,本研究设计了科学领域三个跨学科概念图创作任务:任务一,溶液的导电性;任务二,CO₂的性质、用途及自然界中的碳循环;任务三,能量的相互转化与化学变化。这三个创作主题之所以被看作是跨学科的,是因为这些任务都要求被试使

用不同学科的知识(包括物理、化学和生物等)。概念图创作的记分采用 McClure 等人^[6]的方法(图 1)。评分由两个接受过训练的研究生独立完成。评分者一致性信度为 0.988。其中,命题为 0.997,层级为 0.992,交叉为 0.980,范例为 0.983。概念图

创作能力的评分项目包括命题、层级、交叉连接和范例(Examples)四个维度,每个有效项目的得分分别为 1分、5分、10分、1分。概念图创作能力四个维度的得分是学生在三个任务中各个维度得分求平均,不考虑单个概念图的得分。

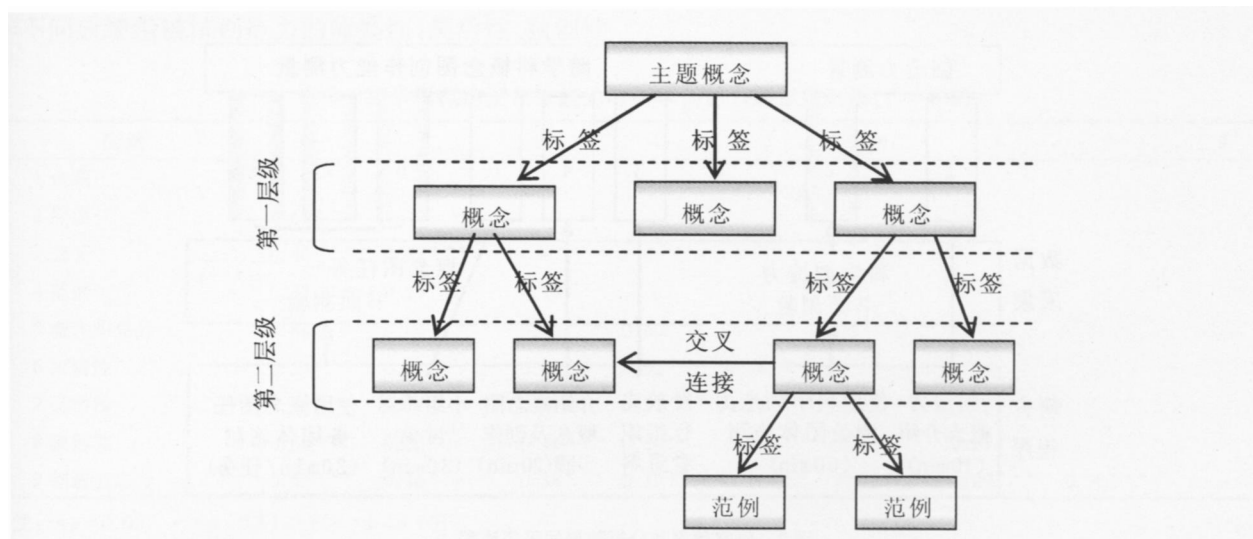


图 1 概念图评分示例

注:根据 McClure 等人^[6]的方法,图 1 中概念图各个维度的得分:命题 = 1(分) × 9(命题数) = 9分;层级 = 5(分) × 2(层级水平数) = 10分;交叉 = 10(分) × 1(交叉连接数) = 10分;范例 = 1(分) × 2(范例数) = 2分。

2.2.2 科学创造力测验 基于领域特殊性的考虑^[17],本研究采用 Hu 和 Adey^[18]编制的《青少年科学创造力测验》,该测验共有 7 个维度,分别考察青少年科学创造力的 7 个方面,即创造性物体应用能力、创造性问题提出能力、创造性产品改进能力、创造性想象能力、创造性问题解决能力、创造性实验设计能力和创造性技术产品设计能力。该测验的 Cronbach 系数为 0.893。该测验从被试回答的流畅性、灵活性和独创性三个维度评分。流畅性指有效答案个数;每个有效答案记 1 分。灵活性代表有效答案类别;学生的回答被划分为不同类别,每个类别记 1 分。独创性指有效答案的新颖性;每个回答依据测验常模确定的记分标准,被记作 0 分,1 分或者 2 分。创造力的评分由两个接受过训练的研究生独立完成。科学创造力测验 7 个方面的评分者一致性信度 0.993。其中,创造性物体应用为 0.998,创造性问题提出 0.996,创造性产品改进 0.992,创造性想象力 0.997,创造性问题解决能力 0.990,创造性实验设计能力 0.984,创造性技术产品设计能力 0.986。本研究只关注学生在整个测验中流畅性、灵活性和独创性的总得分,不考虑各个项目的得分情况。

2.3 研究程序

为帮助学生理解创造力与概念图的概念以及概念图创作方法以达到测验的目的,数据收集前,对两个实验班进行了与研究主题相关的教学。创造力教学主要包括创造力的定义、创造性思维能力等,其间使用“铅笔的不寻常用途”任务进行练习。为提高学习效率,概念图创作教学引入“先行组织者”(Advance Organizer)策略(向学生介绍一些比较熟悉又高度概括且包含正式学习材料的关键内容,以帮助学生将新知识组织纳入认知结构)辅助概念图概念及其创作步骤的教学。为帮助学生记忆概念图创作步骤,我们指导学生采用抽取关键词编句子的策略。此外,概念图创作练习阶段采用小组合作式学习,提高了学习效率和学习积极性。图 2 显示了本研究的教学活动、数据采集流程与时间分配。

2.4 数据统计分析工具

本研究的数据采用 SPSS for Windows 12.0 软件对数据进行统计分析。

3 研究结果

3.1 初步分析

表 1 显示了男女学生的跨学科概念图创作能力

与科学创造力得分的平均值与标准差。 t 检验考察了跨学科概念图创作能力的性别差异,结果发现,概念图创作的命题、层级、交叉、范例、总分均无显著性别差异($p > 0.05$)。但由表1可以看出,跨学科概念图创作得分呈现一种趋势,即命题、层级的得分较

高,交叉与范例的得分则相对较低。同样考察了创造力的性别差异,结果发现,除独创性差异趋于显著外($t(106) = 1.69, p = 0.09$),科学创造力的流畅性、灵活性及总分均无显著性别差异($p > 0.05$)。

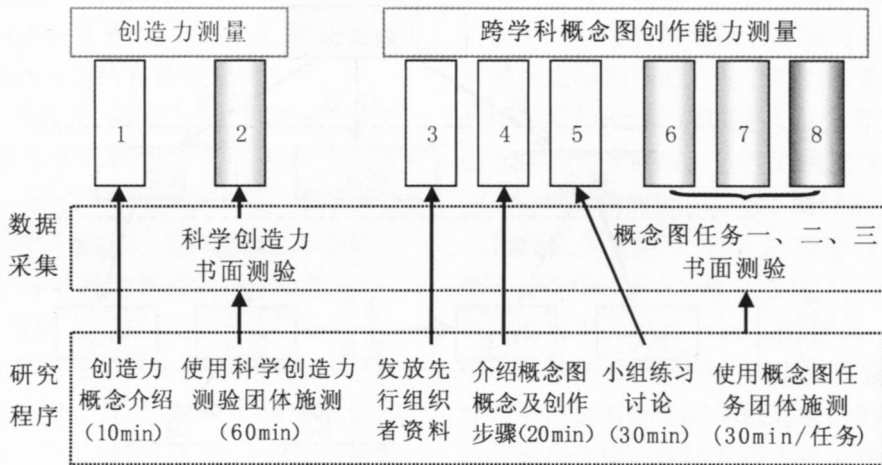


图2 研究程序和分析数据的采集流程

注:研究过程分三个阶段:阶段一,进行“创造力的概念介绍”教学,施测“科学创造性思维能力测验”,给每位参加测验的同学发放“概念图先行组织者学习资料”,并说明一周后会对学习内容进行测试;阶段二,介绍概念图概念及创作步骤,以“光合作用”为创作主题进行“小组练习与讨论”,完成“概念图任务一”;阶段三,完成“概念图任务二、三”。三个阶段分别在三周内完成。

表1 男女学生跨学科概念图创作能力和创造性思维能力得分的平均值与标准差

测验与变量	男生 ($n = 60$)		女生 ($n = 48$)		总体 ($N = 108$)	
	M	SD	M	SD	M	SD
概念图创作能力						
命题	35.05	15.74	34.40	16.06	34.76	15.81
层级	27.42	7.63	26.67	7.27	27.08	7.45
交叉	19.50	27.99	18.65	25.29	19.12	26.70
范例	3.77	3.19	3.90	3.16	3.82	3.16
总分	0.06	2.66	-0.08	2.87	3.37	2.74
科学创造力						
流畅性	57.72	15.97	60.40	14.76	58.91	15.43
灵活性	30.72	7.49	30.67	7.30	30.69	7.37
独创性	27.70	11.40	24.44	7.71	26.25	10.02
总分	0.11	2.78	-0.14	2.56	7.45	2.68

注:跨学科概念图创作能力总分 $= \sum_{i=1}^4 Z_{nap}(i)$,其中 $Z_{nap}(i)$ ($i = 1, 2, 3, 4$)代表概念图创作能力四个维度命题、层级、交叉、范例的标准 Z分数值;科学创造力总分 $= \sum_{i=1}^3 Z_{creat}(i)$,其中 $Z_{creat}(i)$ ($i = 1, 2, 3$)代表科学创造力三个维度流畅性、灵活性、独创性的标准 Z分数值。

表2显示了 Pearson积差相关分析结果。由表2可以看出,跨学科概念图创作能力与科学创造力显著正相关;概念图创作的四个维度与科学创造力的流畅性、独创性均显著相关;除层级维度外,概念图创作的命题、交叉、范例均与创造力的灵活性显著相关。

3.2 不同跨学科概念图创作能力被试的科学创造力差异

表3显示了概念图创作不同成绩组(低、中、高)被试科学创造力得分的平均值与标准差。概念图创作不同成绩组的划分:根据跨学科概念图总分 Z值分布,按照 $Z < -1, -1 < Z < 1, Z > 1$ 依次把被试划分为低、中、高三个概念图创作能力组。低、中、

高概念图创作能力组的被试分布及占样本百分数(%)依次为 43 (39.8%), 30 (27.8%), 35 (32.4%)。

单因素方差分析(ANOVA)考察了概念图创作不同成绩组被试的创造力差异,结果发现,概念图创作不同成绩组被试创造力的流畅性、灵活性、独创性

均表现出显著差异,分别为 $F(2, 105) = 9.77, p < 0.001$; $F(2, 105) = 9.84, p < 0.001$; $F(2, 105) = 6.82, p < 0.01$; $F(2, 105) = 11.21, p < 0.001$ 。这说明跨学科概念图创作能力的个体差异表现在科学创造力的各个方面。

表 2 跨学科概念图创作能力与科学创造力的相关矩阵 ($N = 108$)

变量	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1命题	-								
2层级	0.62***	-							
3交叉	0.48***	0.52***	-						
4范例	0.41***	0.25**	0.19	-					
5概念图总分	0.86***	0.76***	0.85***	0.60***	-				
6流畅性	0.57***	0.23*	0.28**	0.32**	0.44***	-			
7灵活性	0.29**	0.14	0.21*	0.37***	0.28**	0.58***	-		
8独创性	0.36***	0.23*	0.46***	0.20*	0.45***	0.58***	0.67***	-	
9创造力总分	0.55***	0.26*	0.38***	0.35***	0.51***	0.88***	0.89***	0.90***	-

注: * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

表 3 低、中、高概念图创作成绩组被试创造力得分的平均值与标准差

科学创造力	低 ($n = 43$)		中 ($n = 30$)		高 ($n = 35$)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
流畅性	50.79	11.07	61.60	14.02	64.66	18.43
灵活性	26.53	4.97	30.17	8.21	33.83	8.58
独创性	20.14	7.14	25.13	8.35	26.94	9.92

3.3 跨学科概念图创作能力与科学创造力的关系

典型相关分析考察了跨学科概念图创作能力(W)与创造力(V)两组变量的关系。分析结果获得了三组典型变量,但只有前两组变量的 Wilks' 检验达到显著性水平,且前两组典型变量的累积特征根占了特征根总量的 93.26%。

第一组典型变量 (W_1, V_1) 的 Wilks 检验的 $\lambda = 0.47, p < 0.001$ (见表 4)。典型相关为 0.604,代表了典型变量组 36.4%的重叠方差。典型变量 W_1 在命题创作上的因素负荷最高 (0.947),其次是交叉连接 (0.570),而在范例和层级上的因素负荷则相对较低,分别为 0.479 和 0.420。对于创造力,典型变量 V_1 在流畅性、独创性、灵活性三个维度上都有较高的因素负荷,分别为 0.983, 0.693, 0.561。这表明,概念图创作的命题、交叉连接与创造性思维能力的流畅性、灵活性和独创性有很强的相关。此外,典型相关变量组解释了概念图创作能力典型变量 W_1 的 14.818%,解释了创造力典型变量 V_1 的

58.710%。概念图创作能力典型变量 W_1 通过典型变量组可以解释创造力方差的 40.664%,而创造力典型变量 V_1 通过典型变量组可以解释概念图创作方差的 21.393%。

表 4 概念图创作与创造力的典型相关分析摘要表

变量组 W	典型变量		变量组 V	典型变量	
	W_1	W_2		V_1	V_2
命题	0.947	-0.062	流畅性	0.983	-0.185
层级	0.420	0.219	灵活性	0.561	-0.157
交叉	0.570	0.751	独创性	0.693	0.556
范例	0.479	-0.447			
抽出变异数百分比	14.818	3.753	抽出变异数百分比	58.710	12.274
重叠 (%)	40.664	20.407	重叠 (%)	21.393	2.257
			典型相关 ()	0.604	0.429
			典型相关平方 (2)	0.364	0.184
			Wilks' 检验	0.473***	0.744*

注: * $p < 0.05$ *** $p < 0.001$

第二组典型变量 (W_2, V_2) 的 Wilks 检验的 $\lambda = 0.74, p < 0.05$ 。典型相关为 0.429,代表了典型变量组 18.4%的重叠方差。典型变量 W_2 在交叉连接上的因素负荷最高 (0.751),其次是范例维度 (-0.447),而在命题和层级上的因素负荷量则较低,分别为 -0.062, 0.219。对于创造力,典型变量

V_2 在独创性上的因素负荷量最高,负荷量为 0.556;而在流畅性、灵活性上的因素负荷则较低,分别为 -0.185, -0.157。这表明概念图创作的交叉连接与独创性有很强的相关。此外,典型相关变量组解释了概念图创作能力典型变量 W_2 的 3.753%,解释

了创造力典型变量 V_2 的 12.274%。概念图创作能力典型变量 W_2 通过典型变量组可以解释创造力方差的 20.407%,而创造力典型变量 V_2 通过典型变量组可以解释概念图创作方差的 2.257%。上面的分析可以被概括为图 3的典型相关分析路径图。

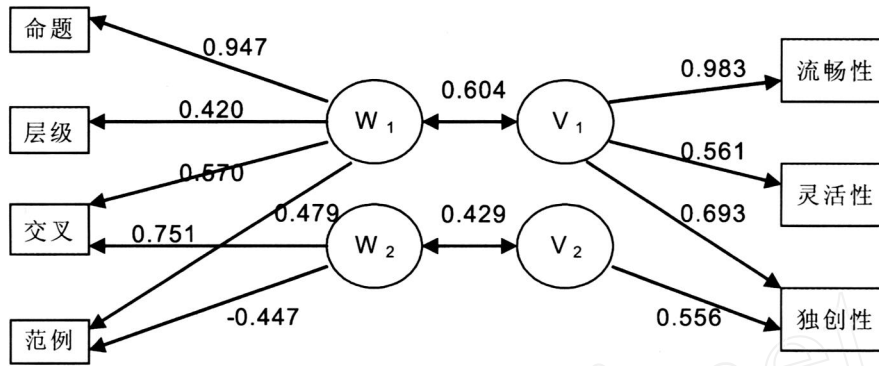


图 3 概念图创作能力与创造力的典型相关分析路径图

注:该图中只保留了相关系数的绝对值 >0.3 的项目。

3.4 跨学科概念图创作能力对科学创造力不同成绩组被试分布的预测

判别分析考察了跨学科概念图创作能力对科学创造力不同成绩组被试分布的预测能力。创造力不同成绩组的划分:根据创造力总分 Z 值分布,按照 $Z < -1.5$, $-1.5 < Z < 1.5$, $Z > 1.5$ 依次把被试划分为低、中、高三个创造力组;低、中、高创造力组被试分布及占样本百分数 (%) 依次为 36 (33.3%), 42 (38.9%), 30 (27.8%)。

表 5 判别分析正确分组预测频率与百分比

创造力组别	对被试分组分布的预测			总计
	低	中	高	
低	22 ^a (61.1 ^b)	9 (25.0)	5 (13.9)	36 (100.0)
中	11 (26.2)	23 (54.8)	8 (19.0)	42 (100.0)
高	3 (10.0)	10 (33.3)	17 (56.7)	30 (100.0)

注:预测的正确率为 57.4%。

^a代表预测分布落入原始分布的频数;

^b代表预测分布占原始分布的百分数 (%)。

判别分析结果得到两组判别函数,但只有一组显著, Wilks 检验的 $F = 0.786$, $F(8, N = 108) = 24.98$, $p < 0.01$ 。也就是说,跨学科概念图创作能力可以显著地预测创造力不同成绩组被试的分布。就相对贡献而言,命题预测能力最高,结构负载为 0.898,其次是交叉连接,结构负载 0.753。范例与层级的预测能力相对较低,结构负载分别为 0.341, 0.170。分组预测结果显示,原来概念图创作成绩分

组的 57.4% 被正确分组。其中, 61.1% 被划分进入低成绩组, 54.8% 被划分进入中等成绩组, 56.7% 被划分进入高成绩组 (见表 5)。因此,跨学科概念图创作能力可以中等程度地预测被试创造力不同成绩组被试的分布。

4 讨论

4.1 跨学科概念图创作能力与科学创造力的关系

研究结果显示, (1)跨学科概念图创作能力与科学创造力显著正相关。具体表现为,概念图创作的命题、交叉连接与创造性思维能力的流畅性、独创性、灵活性显著相关;交叉连接与独创性显著相关; (2)跨学科概念图创作能力中等程度地预测了创造力不同成绩组被试的分布; (3)跨学科概念图创作能力的个体差异表现在科学创造力的各个方面。

对于两个主要变量之间的相互作用,典型相关分析结果表明,概念图创作能力与创造力有很多重叠部分,这一点从他们之间具有较高水平的共享方差得到证据。在判别分析中,概念图创作对创造力的不同成绩组被试分布的预测能力也支持了这一。这一发现充分说明了跨学科概念图创作与创造力测验考察了学习者相似的心理能力。跨学科概念图创作首先需要学习者在长时记忆中检索与主题相关的信息以便提出尽可能多的概念;接着,学习者需要在所检索到的信息中来检测信息之间存在的模式,并按照逻辑的层级进行分类;最后,他们才能在概念与概念之间建立合理的联系^[19]。根据创造性认知方

法^[20],创造性认知的生成性加工策略包括:(1)从记忆中检索已有结构;(2)建立结构之间及结构内部的联系;(3)新结构的整合;(4)已有结构向形式的转化;(5)信息从一个领域向另一个领域的迁移。这里提到的思维过程就类似于概念图创作的思维过程,而且生成性加工所需要的能力也与概念图创作中构造命题、排列层级、建立交叉连接、列举范例所需要的能力密切相关。这样,研究结果中跨学科概念图创作能力与科学创造力之间的正相关也就不难理解了。

对于跨学科概念图创作与科学创造力各维度之间的关系,概念图创作的命题、交叉连接与创造力的流畅性、灵活性、独创性显著相关充分说明创造力与跨学科知识及其结构的密切联系;创造力的发挥既需要学科知识也需要跨学科知识,这样才能够避免思维僵化而提出新颖观点^[16, 17]。而交叉连接与独创性显著相关则充分论证了交叉连接是跨学科知识整合中最体现创造力的部分。因为根据创造力的认知方法,创造力的加工过程就包括信息从一个领域向另一个领域的迁移和转换,而交叉连接则是这种心理模式的外显化表征。

跨学科概念图创作能力的个体差异表现在科学创造力的各个方面。这一发现暗示着,那些知识建构过程中,能够超越学科信息,把复杂的信息安排在不同的图示结构中的学习者,思维更活跃,洞察力更强。因此,他们思维的流畅性、灵活性和独创性更强。概念图创作体现了学习者在某一领域基本概念的心理表征模式;人脑不断地把新信息整合在原有图示表征结构中,逐渐地,学习者的思维模式与思维方式就会发生变化^[21]。正如 Hyerle^[22]所指出的那样,通过使用与思维过程对应的可视化工具,学生可以在纸上组织他们的观点,最终,他们就会变成一个很好的思维者。进一步的研究将澄清,是否跨学科概念图的使用将有效提高学生的创造力。

4.2 跨学科概念图创作能力

本研究使用了跨学科概念图创作任务,期望它将为跨学科整合知识提供更多的灵活性。这个假设已经被来自跨学科概念图创作能力与创造力的显著性相关数据所证实。在本研究中,学生的概念图创作能力被定义为在命题、层级、交叉、范例四个维度上的表现能力。总体上讲,学生创作了 35 个命题 ($M = 34.76, SD = 15.81$), 5 个层级 ($M = 27.08, SD = 7.45$), 2 个交叉连接 ($M = 19.12, SD = 26.70$), 4 个范例 ($M = 3.82, SD = 3.16$)。偏低的交

叉与范例得分说明,学生整体上缺乏整合概念意识和建立抽象知识与具体生活经验之间联系的能力。在教学实践中我们容易发现,有时学生没有使用某种策略,并不是因为他们缺乏某些能力,而是因为他们没有意识到什么时候使用这些策略,以及如何使用。因此,教师需要识别出学生策略的贫乏究竟是意识问题还是能力问题。此外,强调跨学科教学是有意义的。因为,跨学科教学对同一主题孕育来自不同学科领域的观点,从而促进了学生的创造性学习。因此,跨学科概念图创作不仅有助于培养学生整合不同学科知识的能力,而且在创造性教学中也将成为一个非常有效的工具。

值得一提的是,本研究无论在概念图的总得分还是子项目的得分均没有发现性别差异。这表明,从发展的角度讲,男女学生的心理概念可视化能力没有差异。此外,本研究使用“关键词连句子”为一种策略帮助学生理解和记忆概念图创作的步骤,效果明显。这表明学生可以在短时间内成功地学会概念图创作方法。此外,本研究选择与所学知识相关的任务,是为了激发学生建构他们自己的概念图。通过观察,我们注意到,许多的学生在学习过程中的积极的参与。本研究验证了 Anderson - Inman 等人^[5]的发现,学生创作概念图任务激发了学生参与学习的积极性。

5 结论

研究发现:(1)跨学科概念图创作能力与科学创造力显著正相关;(2)概念图创作的命题、交叉连接与创造力的流畅性、独创性、灵活性显著相关;交叉连接与独创性显著相关;(3)跨学科概念图创作能力的个体差异表现在科学创造力的各个方面。研究表明,跨学科概念图创作任务与科学创造力测验考察了学习者相似的心理能力;跨学科概念图创作不仅可以用于促进跨学科信息整合和知识建构,还可以作为理解学习者创造性思维能力的有效工具。

参 考 文 献

- 1 Novak J D, Gowin D B. Learning how to learn. Cambridge England: Cambridge University Press, 1984. 66 ~ 68
- 2 Kinchin IM, Hay D B, Adams A. How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. Educational Research, 2000, 42(1): 43 ~ 57
- 3 Baroody A J, Bartels B H. Using concept maps to link mathematical ideas. Mathematics Teaching in the Middle School,

- 2000, 5(9): 604~609
- 4 Phillip B H, Andrew A M, Michael G, et al An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool Science Education, 2000, 77(1): 95~111
 - 5 Anderson - Inman L, Zeitz L. Computer - based concept mapping: active studying for active learners The Computer Teacher, 1993, 21(1): 6~11
 - 6 McClure J R, Sonak B, Suen H K Concept map assessment of classroom learning: reliability, validity, and logistical practicality Journal of Research in Science Teaching, 1999, 36(4): 475~492
 - 7 Sungur S, Tekkaya C, Geban O. The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of the human circulatory system. School Science and Mathematics, 2001, 101(2): 91~101
 - 8 Lin Congde Learning and develop - - the development and training of mental capacities in middle school students and primary school students (in Chinese). Beijing: Beijing Normal University Press, 2003. 308~325
(林崇德. 学习与发展——中小学生学习心理能力发展与培养. 北京: 北京师范大学, 2003. 308~325)
 - 9 Amabile T.M. A model of creativity and innovation in organizations Research in Organizational Behavior, 1988, 10: 123~167
 - 10 Feldhusen L F. Creativity: a knowledge base, metacognitive skill, and personality factors Journal of Creative Behavior, 1995, 29(4): 255~268
 - 11 Robinson A H. The look of maps: an examination of cartographic design Madison, WI University of Wisconsin Press, 1982. 55~58
 - 12 Wandersee J H. Concept mapping and the cartography of cognition Journal of Research in Science Teaching, 1990, 27(10): 923~936
 - 13 Russell R S, Meikamp J. Creativity training: a practical teaching strategy. In: Papers presented at the 14th Annual National Conference of the American Council on Rural Special Education Austin: Texas, 1994. 120~132
 - 14 Flower L, Hays J R. Images, plans, and prose Written Communication, 1984, 1(1): 120~160
 - 15 Riley N R, Hilberg A M. Investigating the use of ICT - based concept mapping techniques on creativity in literacy tasks Journal of Computer Assisted Learning, 2004, 20: 244~256
 - 16 Chen C, Kasof J, Hinsel A, et al Effects of explicit instruction to "be creative" across domains and cultures The Journal of Creative Behavior, 2005, 39(2): 89~110
 - 17 Baer J. The case for domain specificity of creativity. Creativity Research Journal, 1998, 11(2): 173~177
 - 18 Hu W, Adey P. A scientific creativity test for secondary school student International Journal of Science Education, 2002, 24(4): 384~403
 - 19 Dasgupta S. Multidisciplinary creativity: the case of Herbert A. Simon Cognitive Science, 2003, 27: 683~707
 - 20 Ward T B, Smith R A, Finke R A. Creative cognition In: Sternberg R J. Handbook of creativity. New York: Cambridge University Press, 1999. 189~212
 - 21 Clark J H. Patterns of thinking: integrating learning skills in content teaching Needham Height, MA: Allyn & Bacon, 1990. 32~34
 - 22 Hyerle D. Thinking maps: seeing is understanding Educational Leadership, 1996, 53(4): 85~89

附录:

青少年科学创造力测验

指导语:今天,我们将考查你的一种很重要的能力——科学创造力。共有7个题目,每个题目考查科学创造力的一个方面,请参照例子,充分发挥你的创造性思维能力和创造性想象力,从不同的角度探索更多新颖、独特且合理的答案及解决问题的方法。整个测试时间为60分钟,我们将根据你的合理答案或方法的多少、灵活性和独特性来评分。

注意事项:

1. 在答题之前,请将自己的姓名、性别、年级、学校写在答题纸上;
2. 请自行作答,不要讨论;
3. 请保持教室安静;
4. 如有看不懂的地方,请提出,在场的老师会及时解答。谢谢合作!

1. 请尽可能多地写出玻璃在科学中的应用。

例如:试管。

2. 现在假如允许你乘宇宙飞船去太空旅游,接近一个星球,也可以绕这个星球转动,你准备研究哪些与这个星球有关的科学问题?

例如:该星球上是否有植物?

3. 请用尽可能多的方法改进我们通常使用的自行车,使它更加美观和实用。

例如:在自行车的前面加一个灯,使其能在晚上照明。

4. 如果没有万有引力,世界将会变成什么样子?

例如:我们将会飘浮在空中。

5. 用尽可能多的方法将一正方形分成具有相同形状的四等份(画图表示)。

6. 有两种卫生纸,请用尽可能多的实验方法鉴别哪一种质量较好,并写出每种方法所需仪器、实验原理及简单的实验步骤。

7. 设计一个摘苹果的机器(画出图并指出每部分的名称及作用)。

The Relationship Between the Abilities of Interdisciplinary Concept Mapping and Scientific Creativity

Hu Weiping, Zhang Chunjun

(Institute of Education and Psychology, Shanxi Normal University, Linfen 041004, China)

Abstract

Introduction As a mental tool used to help learners' knowledge construction and representation, Concept Map is a graphical representation of knowledge that is comprised of concepts and the relationships between them. Concept mapping not only displays learners' organized knowledge, but also represents their creativity. Interdisciplinary concept mapping encourages learners to integrate knowledge from a wider range of disciplines, making meaningful learning more possible. The aims of present study were to further identify the relationship between interdisciplinary concept mapping abilities and creativity. In addition, this study attempted to clarify whether students who perform differently in constructing an interdisciplinary concept map possessed differing capacities for creative thinking.

Method The participants were 108 eleventh grades from two scientific classes at a senior high school in Shanxi, China, including 60 (56%) boys and 48 (44%) girls. The average age of the participants was 17.64 years ($SD = 0.33$ years). Using the three tasks of interdisciplinary concept mapping designed in the field of science (Task one, *Solution Electrical Conductivity*; Task two, *Properties and Uses of CO₂ and Carbon Circulation*; Task three, *Energy Transformation and Chemical Change*) and *Scientific Creativity Test (SCT)* by Hu and Adey (2002), the study examined students' interdisciplinary concept mapping abilities and their creative thinking skills, respectively. Participants received about 60-minute instruction session by the second researcher before the experiments. The instruction sessions were designed to help the participants understand the meaning of creativity and interdisciplinary concept mapping and the way in which an interdisciplinary concept map is made. The procedure and time distribution were as follow: (a) Introduction to the concepts of creativity: 10 minutes; (b) Employment of the SCT: 60 minutes; (c) Hand out advance organizer materials of interdisciplinary concept mapping; (d) Introduction to what a interdisciplinary concept map is and how it is constructed: 20 minutes; (e) Practices and discussion of a task involving interdisciplinary concept mapping in small groups of 4 or 5 students: 30 minutes; (f) Three tasks for individual concept mapping: 30 minutes/task. Canonical correlation analysis and discriminate analysis were employed in data analyses.

Results The results indicated that: (a) the abilities of interdisciplinary concept mapping and scientific creativity had a strong positive correlation; (b) there is a strong positive correlation between propositions generation and cross-links identification, on the one hand, and fluency, flexibility and originality of scientific creativity, on the other; cross-links identification had a strong positive correlation with originality; (c) individual differences in the ability to construct interdisciplinary concept map reflected on all indices of scientific creativity.

Conclusions The findings suggested that interdisciplinary concept mapping and scientific creative thinking shared similar mental capacities; interdisciplinary concept mapping, which fostered interdisciplinary information integration and knowledge construction, could be an efficient mental tool in understanding a learner's creative thinking. Therefore, the study contributed not only to promoting the related studies of interdisciplinary knowledge integration teaching in the field of science, but also to enhancing theoretical construction for scientific creativity cultivation.

Key words abilities of interdisciplinary concept mapping, scientific creativity, interdisciplinary learning