

中学生地理空间思维能力提高的影响因素 ——基于甘肃省白银市第一中学高一学生的实证研究

万静宜^{1,2}, 卢晓旭^{1*}, 陆玉麒³, 杜凤珍¹, 王 军^{4,5}, 居贝妮¹

(1. 华东师范大学教师教育学院, 上海 200062; 2. 白银市第八中学, 甘肃 白银 730900; 3. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210023; 4. 华东师范大学地理科学学院, 上海 200241; 5. 白银市第一中学, 甘肃 白银 730900)

摘 要:地理空间思维能力是人类认识地理环境的基本能力,也是学生的地理核心素养,其影响因素及作用机制是当前迫切需要解决的基础理论问题。本文初步假设一般智力水平、生活环境特征、地理学习兴趣、地图使用习惯、地理问题关注习惯、方向敏感程度、地理专业知识等7个因素为地理空间思维能力提高的影响因素。通过样本测试取得甘肃省白银市第一中学高一年级126个学生样本的地理空间思维能力及其假设的7个影响因素数据。借助SPSS 23.0软件,运用相关分析、独立样本 T 检验、单因素和多元线性回归分析方法,证实一般智力水平、地理专业知识、地图使用习惯是学生地理空间思维能力提高的必要条件,地理学习兴趣是其重要条件,上述4个因素为地理空间思维能力提高的影响因素,其作用强度从大到小依次为:一般智力水平>地理专业知识>地图使用习惯>地理学习兴趣。其中一般智力水平和地理专业知识对地理空间思维能力有较强的预测作用。此外,还发现无论地理空间思维能力还是7个假设的影响因素,均未发现有显著的男女性别差异,说明上述规律具有性别普适性。

关键词:地理空间思维能力;影响因素;实证研究;白银市第一中学;甘肃省

1 引言

人们总是生活在一个具体的地理环境之中,对环境空间有一个感应和认知的过程(顾朝林等, 2001)。人的环境空间认知可分为知觉、意象和抽象3个思维层次,其中空间知觉是对现实世界中地理现象真实的反映,它不仅包括依靠感官直接观察地理事物所获得的“心理图象(形象)”,而且还包括通过间接观察方法对地理非物质现象研究后所获得的知觉(鲁学军等, 1999)。间接观察方法是指较少依赖感性经验而较多地依赖人自身想象的地理学理解方法(Harvey, 1971)。空间意象则是一种介于感性认识和理性认识之间的“取象”,它与地理知

觉映象的不同在于“象”和“意”的差别,是存在于人脑的地理事物的“意象”,具有非现实性和形象化的特征。随着地理意象对地理问题的现象、规律认识逐渐深入,空间意象对地理问题的模拟将会逐步接近事物的本质,最终影响地理概念模型的生成,并逐步进入空间抽象和理性思维层次(鲁学军等, 1999),没有这样的地理空间思维过程就没有人类对地理环境的认识和理解,这是人类生存与发展的基础。因此,人的空间认知(也可理解为地理空间思维)对于人类生存与发展有着重要意义,需要加以培养。基础教育阶段是培养人的地理空间思维的最重要时期,而地理空间思维具有复杂而独特的发生机制和发展规律,在机制和规律被揭示之

收稿日期:2016-07;修订日期:2017-01。

基金项目:国家自然科学基金重点项目(41430635);上海市教委本科重点课程建设项目(14104/080);华东师范大学研究生研究方法类课程建设项目(14203/008/009)[Foundation: Key Project of National Natural Science Foundation of China, No.41430635; Project of Key Courses Construction for Undergraduates of Shanghai Municipal Education Commission, No.14104/080; Project of Research Methods Courses Construction for Graduates of East China Normal University, No.14203/008/009]。

作者简介:万静宜(1994-),女,甘肃白银人,硕士研究生,主要从事地理教育研究,E-mail: 18818272238@163.com。

通讯作者:卢晓旭(1970-),男,江苏扬州人,博士,讲师,主要从事地理教育和人文地理学研究,E-mail: xxlu@geo.ecnu.edu.cn。

引用格式:万静宜, 卢晓旭, 陆玉麒, 等. 2017. 中学生地理空间思维能力提高的影响因素: 基于甘肃省白银市第一中学高一学生的实证研究[J]. 地理科学进展, 36(7): 853-863. [Wan J Y, Lu X X, Lu Y Q, et al. 2017. Influencing factors of middle school students' spatial thinking ability: A case study on senior one students of Baiyin No.1 Middle School in Gansu Province[J]. Progress in Geography, 36(7): 853-863.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2017.07.007

前,教育的努力可能是盲目和低效的;揭示发生机制和发展规律是教育界高效培养学生地理空间思维能力的理论基础,这也是本文立足的基点和研究目标。

近年来,国内外有2个研究领域同时从不同的角度开展地理空间思维研究。第一个领域是地理教育领域。研究者直接以地理空间思维为关键词,成果主要涉及地理空间思维的概念界定、能力测量、规律探索、培养策略等。在国内,徐志梅等(2013)研制的高中生地理空间能力量表是一项重要成果;徐志梅等(2011)发现,高中生地理空间思维能力存在男女差异、地区差异、年级差异,是对地理空间思维群体差异规律的揭示;一些研究成果还提出通过利用空间形状、空间大小、方位和距离等空间要素(袁孝亨, 2009)、利用心理地图(徐志梅等, 2012)及GIS(徐志梅等, 2010; 李屏, 2015)等方法发展学生空间思维的教学策略。在规律探索方面,地理空间思维能力影响因素、发生机制、发展规律等方面的实证研究则相对较少。目前一些成果提出,个体的形象思维和抽象思维能力、个体所积累的知识和已具有的空间概念、事物的时空特征(卢万合, 2005)、对地理学科的认识、思维的广度和深度(单华, 2013)等是地理空间思维发展的影响因素,出于其理论推演和经验总结的研究取向,以及研究内容及其方向选择的不同,这些因素对地理空间思维能力发展的影响及程度并未通过实证加以证实。国外地理教育领域研究者对地理空间思维能力的研究较为深入,主要集中在2个方面:一是空间思维能力测量工具的开发(Cohen et al, 2012; Lee et al, 2012)及其实际应用研究(Tomaszewski et al, 2015);二是地理空间思维能力的培养途径及其实际效果研究,包括利用虚拟空间软件(Hauptman, 2010)、动画和虚拟物体(Cohen et al, 2014)以及大量运用GIS(Lee et al, 2009; Cheung et al, 2011; Manson et al, 2014)促进地理空间思维能力提高的研究。以上成果均通过实证证实了学生的地理空间思维能力因此而得到提升,这种研究的思路是值得我们学习和借鉴的。

第二个领域是地理科学领域。研究者一般从空间认知(王茂军等, 2010)、认知地图(万刚等, 2008)、城市意象(Lynch, 1960; 鲁学军等, 1999; 顾朝林等, 2001)、空间行为(柴彦威, 2010; 周洁等, 2013)等行为地理学概念切入。虽然其研究的关键词往

往不是地理空间思维,但其本质涉及人的空间思维,并提出了许多对地理空间认知(思维)有影响的因素,如Lynch(1960)提出城市结构中的通道、边缘、街区(区域)、节点和地标等;鲁学军等(1999)提出个体的文化特征、特殊的背景也会对人的空间认知产生影响;顾朝林等(2001)提出的影响因素有道路、地标、节点;冯健(2005)发现居住地域、性别、学历、收入以及出生地不同的居民的空间感知类型也不同;霍婷婷等(2009)发现,人的空间认知呈现出明显的空间相关性和尺度依赖性,反映了空间认知本身和空间尺度对空间认知的影响。此外,从王茂军等(2010)的实证研究中还可捕捉到城市环境的空间结构和居民的社会经济属性也是个体空间认知(思维)的影响因素;侯雪姣等(2014)还提出,人的性别、年龄、身份、区域生活时间、教育程度、收入水平、交通工具、职业等对人的空间认知有影响。这些从空间认知或城市意象等角度提出的影响因素(有些为属性特征)为人的地理空间思维发展研究提供了切入的角度,由于各因素对地理空间思维发展的作用机制和影响程度会有所不同,因此开展相关的实证研究对揭示规律、发展理论具有一定意义。

纵观国内外相关研究成果,可以发现,由于对地理空间思维能力的因素及其作用强度的定量研究相对不足,导致影响因素尚未得到普遍公认和充分证实。本文拟通过实证的方法发现地理空间思维能力的因素,并定量测度其对地理空间思维能力的作用强度,以利揭示地理空间思维的发生机制和发展规律,从而为高效培养学生的地理空间思维能力提供依据。

2 方法与数据

2.1 研究思路和方法

思维是人脑对客观事物本质属性与规律的概括和间接反映。本文的因变量是地理空间思维的发展水平(Y),思维的神经生理机制是大脑皮层的整体性活动。心理学认为,人的知觉特点、已有的经验、环境、适应、组织等是思维发展的影响因素(刘金花, 2006),因此在地理空间思维方面,空间知觉、空间认知经验、生活环境、空间适应和组织方式等会对地理空间思维产生影响。在此基础上,结合文献综述中提及的具体影响地理空间思维的因素,本文初步假设将一般智力水平(x_1)、生活环境特征(x_2)、

地理学习兴趣(x_3)、地图使用习惯(x_4)、地理问题关注习惯(x_5)、方向敏感程度(x_6)、地理专业知识(x_7)等7个具体的地理空间思维能力发展的影响因素用于实证检验。

运用美国地理学家协会(American Association of Geographers)提供的由 Lee 和 Bednarz 开发的地理空间思维能力测量量表(Lee et al, 2012)对样本的地理空间思维能力进行测量,运用国际标准智力测验量表对学生的一般智力进行测量,运用自主开发的生活环境特征、地理学习兴趣、地图使用习惯、地理问题关注习惯、方向敏感程度问卷进行各因素的测量(调查),再索取学生的2次重要地理考试(上学期中、期末)成绩,作为其地理专业知识数据,并将所有数据标准化为0~1统一量纲。运用 SPSS 23.0 软件,对研究对象的地理空间思维能力和假设的7个影响因素进行相关分析;再将地理空间思维能力按水平高低分为高(前27%样本)、中、低(后27%样本)3个组,运用独立样本 T 检验的方法分析高低分组学生在各影响因素水平上的差异;将7个影响因素按其水平高低分为高、中、低3个组,运用独立样本 T 检验的方法分析各影响因素高低分组学生的地理空间思维能力差异;并对已经验证的影响因素进行回归分析,发现自变量对地理空间思维能力的影 响程度,探索其作用强度和发生机制。

2.2 样本情况

选取甘肃省白银市第一中学高一年级3个班(1班、6班和13班)的学生作为样本进行测量和调查。样本学校是省级示范中学,高一年级共有14个班,抽样班级大致属于3个不同的层次,因此样本基本可代表高一学生总体。3个班级共有135名学生。调查测试卷回收率为100%。测谎未通过的样本有8份,另有1份回答不全,作为废卷,最终有效问卷126份,其中男生问卷54份,女生问卷72份,调查测试卷有效率为93.3%。

本文前后进行了2次数据采集。第一次数据采集时间为2016年2月29日,研究者亲自到场动员,并与任课教师配合实施地理空间思维能力测量和影响因素水平的调查,利用下午第3-4节课的时间集中进行,历时约70分钟。3月底向学校教务处索取了学生的考试成绩数据,处理后作为地理专业知识的数据。分析发现:一般智力水平、地理专业知识以及地图使用习惯与地理空间思维能力有较强的相关关系,于是对地图使用习惯因素的测题进行

了扩充丰富(因原调查中仅有3道题),以提高其可靠性。并于2016年4月5日,由白银一中王军老师在上述3个班级主持数据重新采集工作。地图使用习惯的数据最终采用第二次采集的数据。

3 地理空间思维能力水平和影响因素水平测量

3.1 地理空间思维能力发展水平测量

由于空间思维概念广泛应用于学术和非学术领域,所以其定义存在很多版本,相互间分歧也很突出,表现在尺度和维度、认知过程的本质、空间思维能力的组成成分以及空间能力和空间思维等概念的关系等方面(Lee et al, 2012)。徐志梅等(2013)使用“地理空间能力”概念,将其分为地理空间知觉能力、地理空间思维能力、地理空间想象能力3个方面,将地理空间思维能力作为地理空间能力的一个方面,并开发了地理空间能力测量量表。“地理空间认知”也是与地理空间思维相近的概念, Lloyd (1997)将其定义为人类理解地理空间,进行地理分析和决策的一系列心理过程。地理空间认知主要包括地理知觉、地理表象、地理概念化、地理知识的心理表征和地理空间推理等(王晓明等, 2005),这些都是人的地理空间思维活动。当前的学术研究成果中,“地理空间思维能力”没有公认的定义,但将其层次划分为知觉、想象(意象)、抽象则比较常见,如鲁学军等(1999)的成果中就是这样划分的。对于空间思维能力的测度,指标比较灵活,不同的群体有不同的测量指标(Ishikawa, 2013),取决于其价值取向及对地理空间思维能力的特定定义。本文旨在揭示地理空间思维的影响因素及其作用机制,未过多地深入研究地理空间思维的精确定义和层次结构,仅在 Lee(2012)的地理空间思维能力测量(STAT)量表及其地理空间思维内涵的基础上进行研究。该量表由16道选择题组成,覆盖空间思维能力的8个方面,如表1所示。其所基于的地理空间思维内涵为:在空间感知基础上,运用空间想象(意象)进行空间分析和应用的思维能力。分析和应用是其对地理空间思维能力的主要测量取向,抽象和地理事物本质建模并非其主测的方向。量表编制者检验其有良好的信度(科隆巴赫信度系数为0.721)和较高的效度,量表在美国4个州(Lee et al, 2012)和非洲卢旺达(Tomaszewski et al, 2015)进行

惯和方向敏感程度。生活环境特征主要指道路、建筑、设施的复杂程度;地理学习兴趣是学生力求认识和探究地理知识的心理倾向;地图使用习惯是由地图使用频次、方法、效率构成的指标;地理问题关注习惯是对地理问题关注的意识;方向敏感度指的是学生的方向感和方向意识。第一次测量时共设置了16道调查题。其中第12题用于调查研究对象常住的城乡位置(按102个城市学生和24个乡村学生分组进行独立样本 T 检验后发现两组学生的地理空间思维能力没有显著差异, P 值为0.826,因此不再对其进行叙述),其他15道题为量表属性调查题,以李克特五分量表法计分,正向题按照“非常符合实际”、“较符合实际”、“一般”、“不太符合实际”、“很不符合实际”分别计为5、4、3、2、1分,负向题则计为1、2、3、4、5分。具体各影响因素对应的调查题目如表2所示。对属于同一影响因素的题目得分求平均值,得到该影响因素的水平,统计分析时将0~5分标准化为0~1。

在数据分析过程中发现,上述5个假设因素中仅地图使用习惯与地理空间思维能力有显著相关性,其他假设因素与地理空间思维的相关性并未达到显著性水平。分析认为可能不存在相关关系,或有其他原因很难验证其相关关系,但不排除一种可能,即所开发的测量工具(调查问卷)题量较少或质量存在问题,导致信度不佳。为提高问卷可靠性,项目组针对有较强相关关系的地图使用习惯重新设计了49道题的问卷,并在扬州、南京等地试测完善,删除6道题后最终变为43道调查题,在达到较高的信度和效度水平后在白银一中进行测试。实测后对所有题目与总分进行了相关分析,以发现影响信度的区分度不高的调查题,分析后删除9、20、30、36题,问卷信度由0.855提高到0.866。最终分析所用的地图使用习惯数据是根据余下的39道测题所测的数据。地图使用习惯的测题示例如图3

表2 各假设影响因素所对应的调查题目
Tab. 2 Survey questions of the hypothesized influencing factors

假设影响因素	题号
生活环境特征	1、13、14、15、16
地理学习兴趣	2、11
地图使用习惯	3、4、5
地理问题关注习惯	6
方向敏感程度	7、8、9、10

所示。

4 结果分析


4.1 地理空间思维能力水平与各影响因素的相关分析

采用皮尔逊相关分析法研究地理空间思维能力与各影响因素之间的相关性,分析结果如表3所示,地理空间思维能力与一般智力水平、地理专业知识、地图使用习惯的 P 值均小于0.05,说明一般智力水平、地理专业知识、地图使用习惯三个因素与地理空间思维能力具有极其显著或显著的相关性,其他因素暂未发现与地理空间思维能力有显著的相关性。

4.2 地理空间思维能力高低分组间各影响因素水平的差异分析

将地理空间思维能力有差异的学生分组,用独立样本 T 检验方法检验其影响因素是否有差异。由于样本量大于100,在进行独立样本 T 检验时,可用

10. 你外出旅游时常看地图(包括电子地图、纸质地图)吗?
A. 基本不看 B. 经常看
假设你看到了一份题为“千户苗寨——陶渊明的世外桃源”的资料,在以下方面(第18-20题)你的思考或行为是:



18. 如果你并不知道千户苗寨在哪个省的哪个位置,你有兴趣去查阅地图以了解这个“世外桃源”吗?
A. 有兴趣 B. 无兴趣
19. 事实上你会去查图吗?
A. 会的 B. 不会
35. 你是否主动画过(不是因为老师布置作业)地理事物简图(如中国轮廓图、澳大利亚轮廓图、长江干流图等)?
A. 一度时期经常画 B. 基本没画过

图3 地图使用习惯测试题示例
Fig.3 An example of map use habit test

表3 地理空间思维能力与各影响因素的相关分析结果

Tab.3 Results of correlation analysis between spatial thinking ability and influencing factors

假设影响因素	地理空间思维能力		
	相关系数	P值	显著性
一般智力水平	0.480**	0.000	极其显著
生活环境特征	0.005	0.959	不显著
地理学习兴趣	0.163	0.068	不显著
地图使用习惯	0.198*	0.026	显著
地理问题关注习惯	0.120	0.182	不显著
方向敏感程度	0.036	0.690	不显著
地理专业知识	0.438**	0.000	极其显著

**、* 分别表示在0.01、0.05水平(双尾)上显著相关。

总样本的27%来划分出地理空间思维能力水平的高低分组,即前27%为高分组,后27%为低分组,各有34个样本,分析结果如表4所示。地理空间思维能力高低分组学生间的一般智力水平、地理专业知识、地图使用习惯均存在极其显著的差异(P 值<0.01),说明这3个因素是地理空间思维发展的必要条件,根据上文的理论论述,可以认为这些因素和地理空间思维能力之间存在因果关系。地理空间

思维能力高低分组学生间的其他因素水平没有表现出显著性差异($P>0.05$),暂未被证实为地理空间思维能力的影响因素。

4.3 各影响因素水平高低分组间地理空间思维能力的差异分析

为验证各假设影响因素的差异是否会导致地理空间思维水平的差异,将各假设影响因素的水平按照总样本的前27%分为高分组,后27%分为低分组,各有34个样本,分析影响因素高低分组之间的地理空间思维能力是否有显著性差异,分析结果如表5所示。一般智力水平、地理专业知识、地图使用习惯、地理学习兴趣的高低分组之间地理空间思维水平有极显著或显著差异,这些因素可视为地理空间思维发展的重要条件,根据上文的理论论述,同样可认为它们之间存在因果关系。

4.4 各影响因素对地理空间思维的作用强度分析

一般智力水平、地理专业知识、地图使用习惯是地理空间思维能力发展的必要条件,地理学习兴趣为重要条件,从理论上推断4个因素与地理空间思维能力具有因果关系。分别以这4个因素为自变量,以地理空间思维发展水平为因变量,进行单因

表4 地理空间思维能力高低分组的各影响因素差异

Tab.4 Differences in factor scores between high and low score groups of spatial thinking ability

假设影响因素	假设因素平均值		均值差距	T值	P值	显著性
	地理空间思维高分组(N=34)	地理空间思维低分组(N=34)				
一般智力水平	0.676	0.523	0.153	-5.947	0.000	极其显著
生活环境特征	0.612	0.600	0.012	-0.417	0.678	不显著
地理学习兴趣	0.682	0.600	0.082	-1.748	0.085	不显著
地图使用习惯	0.454	0.331	0.123	-3.292	0.002	极其显著
地理问题关注习惯	0.571	0.524	0.047	-0.787	0.434	不显著
方向敏感程度	0.588	0.551	0.036	-0.837	0.405	不显著
地理专业知识	0.770	0.629	0.141	-4.081	0.000	极其显著

表5 各影响因素水平高低分组的地理空间思维能力差异

Tab.5 Differences in spatial thinking ability between high and low factor score groups

假设影响因素	地理空间思维平均值		均值差距	T值	P值	显著性
	假设影响因素高分组(N=34)	假设影响因素低分组(N=34)				
一般智力水平	0.768	0.539	0.229	-6.428	0.000	极其显著
生活环境特征	0.684	0.717	-0.033	0.871	0.387	不显著
地理学习兴趣	0.702	0.608	0.094	-2.173	0.034	显著
地图使用习惯	0.715	0.623	0.092	-2.231	0.030	显著
地理问题关注习惯	0.671	0.614	0.057	-1.273	0.207	不显著
方向敏感程度	0.695	0.673	0.022	-0.600	0.550	不显著
地理专业知识	0.743	0.526	0.217	-5.965	0.000	极其显著

素线性回归分析,结果如表6。系数越大的自变量表示对因变量的作用强度越大,4个因素对地理空间思维能力的作用强度由大到小依次为:一般智力水平>地理专业知识>地图使用习惯>地理学习兴趣。在其他因素控制的情况下,一般智力水平、地理专业知识各提高1分,地理空间思维能力分别提高0.672分和0.512分;而地图使用习惯、地理学习兴趣各提高1分,地理空间思维能力分别仅提高0.214分和0.148分。另外,4个自变量对因变量的总解释率(R^2)均较小,分别为23.0%、19.2%、3.9%、2.7%,这恰恰说明了地理空间思维能力的影响因素较多且影响机制复杂。一般智力水平、地理专业知识与地理空间思维能力的回归方程显著性程度较高($P=0.000<0.01$),说明了一般智力水平和地理专业知识对地理空间思维的作用具有相对强的规律性,拟合度(R^2)显示的预测性也相对较高;而地理学习兴趣虽然是地理空间思维能力的影响因素,但回归拟合优度不佳($R^2=0.027$),方程也不显著($P=0.068>0.05$),说明其作用强度还较弱;地图使用习惯的情况介于两者之间。

再以上述4个因素为自变量,地理空间思维发展水平为因变量进行多元逐步线性回归分析,结果如表7所示,结果仅保留一般智力水平和地理专业知识2个自变量,因此,可认为一般智力水平和地理专业知识是地理空间思维水平的重要影响因素和有效预测指标。其回归方程为:

$$Y=0.516x_1+0.353x_2+0.101$$

式中: Y 表示地理空间思维水平, x_1 表示一般智力水平, x_2 表示地理专业知识。该回归模型的 R^2 为0.308,即这2个自变量对因变量的总解释率为30.8%;方程显著性程度较高, P 值为0.000。

4.5 地理空间思维能力和影响因素的性别差异分析

将学生按照性别分为男女两组,其中男生有54个样本,女生有72个样本,男生地理空间思维水平均值为0.676,女生为0.659,两样本方差齐性,采用独立样本 T 检验, T 值为0.563, P 值为0.574>0.05,如表8。显示未发现男女生在地理空间思维水平上有显著差异。同样,采用独立样本 T 检验来分析男女生之间在各影响因素水平上是否具有显著性差异,分析结果同样显示,地理空间思维的7个假设影响因素在男女生之间均未表现出显著性差异,说明上述规律具有性别普适性。

表6 4个影响因素与地理空间思维的单因素线性回归分析结果

Tab.6 Univariate linear regression results between four factors and spatial thinking ability						
影响因素	常量	系数	R^2	F 值	P 值	显著性
一般智力水平	0.259	0.672	0.230	37.065	0.000	极其显著
地理专业知识	0.299	0.512	0.192	29.404	0.000	极其显著
地图使用习惯	0.578	0.214	0.039	5.050	0.026	显著
地理学习兴趣	0.566	0.148	0.027	3.382	0.068	不显著

表7 4个影响因素与地理空间思维能力的逐步回归分析结果

Tab.7 Stepwise regression analysis results of four factors and spatial thinking ability						
影响因素	标准系数	非标准化系数	标准误差	T 值	P 值	显著性
常量		0.101	0.077	1.311	0.192	
一般智力水平	0.368	0.516	0.113	4.558	0.000	极其显著
地理专业知识	0.301	0.353	0.094	3.733	0.000	极其显著

表8 地理空间思维能力和各影响因素的男女差异

Tab.8 Difference between spatial thinking ability and factor scores of male and female students						
	平均值		均值 差距	T 值	P 值	显著性
	男生($N=54$)	女生($N=72$)				
地理空间思维	0.676	0.659	0.017	0.563	0.574	不显著
一般智力水平	0.588	0.617	-0.029	-1.305	0.195	不显著
生活环境特征	0.607	0.593	0.014	0.786	0.433	不显著
地理学习兴趣	0.681	0.671	0.010	0.333	0.740	不显著
地图使用习惯	0.432	0.401	0.031	1.097	0.275	不显著
地理问题关注习惯	0.596	0.561	0.035	0.820	0.414	不显著
方向敏感程度	0.584	0.566	0.182	0.536	0.593	不显著
地理专业知识	0.733	0.704	0.029	1.129	0.261	不显著

5 结论、建议与展望

5.1 结论及解释

(1) 一般智力水平、地理专业知识、地图使用习惯、地理学习兴趣是学生地理空间思维能力提高的影响因素,其对地理空间思维能力的作用强度由大到小依次为:一般智力水平>地理专业知识>地图使用习惯>地理学习兴趣,其中一般智力水平和地理专业知识可认为是地理空间思维水平的重要影响因素,并可依据由这2个自变量构建的回归方程相对准确地预测个体的地理空间思维发展水平。

对此结论解释和讨论如下:一般智力是人积累经验、适应环境、解决问题的综合性心理能力,它为各种特殊智力的形成和发展奠定了基础,与特殊智力互为因果关系。在各影响因素中,一般智力对地理空间思维能力形成的作用强度最明显,是地理空间思维形成的一种“创造”“软”实力;地理专业知识是地理空间思维形成的知识基础,是地理空间思维形成的“技术”“硬”实力;通过地图使用习惯形成的地理实景空间则据“有米之炊”中“米”的地位,是地理空间思维形成的“物质”“实体”,如能与个体的地理空间思维的创造智能和技术基础这两个软硬要素完美结合,再加上个体具有一定的地理学习兴趣、良好的地图使用习惯,其地理空间思维能力就能得到很好的发展。这是在分析基础上对地理空间思维发生机制和发展规律的解读。

(2) 地理空间思维能力高低分组间的一般智力水平、地理专业知识和地图使用习惯3个因素有显著性差异。一般智力水平、地理专业知识、地图使用习惯和地理学习兴趣高低分组间的地理空间思维能力有显著性差异。可见,地理学习兴趣可以促进地理空间思维能力的发展,但空间思维能力的发展不一定需要求助于地理学习兴趣。

地理学习兴趣高促使地理空间思维能力强,可据此推断地理学习兴趣是地理空间思维能力的影响因素之一,但地理空间思维能力强未必源于地理学习兴趣高,说明地理空间思维能力又受其他因素如一般智力水平、地理专业知识和地图使用习惯作用。换言之,对地理学习没有兴趣的人空间思维能力也可能因为其他因素而很强,但对地理学习感兴趣的人总体上比不感兴趣的人有较高的地理空间思维水平。

(3) 研究未发现地理空间思维水平以及影响因

素在男女生之间有显著性差异。空间认知(思维)能力的性别差异是学术界关注的焦点之一(王茂军等, 2007)。赵叶珠等(1993)发现男女大学生在空间思维上表现出的差异不具有显著性;王启军(2008)发现初中男女生在空间知觉能力和空间定位能力方面不存在明显的差异(只在涉及空间心理旋转的空间想象能力方面存在着明显的差异);Golledge等(1995)和Kitchin(1996)的研究均认为空间认知能力没有性别差异。但仍有许多研究认为学生的地理空间思维能力有男女性别差异(许燕等, 2000; 徐志梅等, 2011; 周加仙等, 2013),如许燕等(2000)发现小学生在空间能力的发展趋势和空间组合能力方面,女生表现出稳定的优势;在空间旋转能力上,男生的优势随年龄增长表现为减弱并消失的特征。本文未发现高中生地理空间思维能力有显著性别差异仅源于白银一中的案例,还需要有更多案例、更大样本的研究。

5.2 实践建议

在教育实践方面,地理空间思维能力的提高受一般智力水平、地理专业知识、地图使用习惯和学习兴趣的影响,而一般智力水平很难迅速提高,地理专业知识的掌握已是地理教学始终在努力的目标,兴趣短时间内很难变化,而地图使用习惯则是一个目前容易忽略但又可以训练提高的因素,重视这一因素,可能会在一定程度上较快地提高地理空间思维能力;而且在智力水平相近的学生群体中,地图使用习惯的出色可能是其空间思维能力超出群体其他同学的原因,不妨进行一些尝试或实验。

在一般智力水平、地理专业知识为自变量的地理空间思维能力模型下识别地理空间思维能力水平发展正常、超常和失常的学生,对超常和失常的学生进行具体分析,发现其发展经验和制约因素,用于促进发展、保持超常、预防失常;在经验总结和寻找制约因素过程中,发现或寻觅更多对地理空间思维能力提高起作用的因素,为进一步的影响因素、发生机制和发展规律研究提供灵感。

5.3 研究展望

(1) 在后续研究方面,如果以上4个因素影响地理空间思维能力提高是一条普遍规律,则其应能在其他样本群体中得到重复验证。如果大多数案例能验证这一结论,则可在更可信的程度上将其归纳为一般规律。但鉴于地理空间思维能力提高的影响因素众多、机制复杂,且影响相互交叉和干扰,确

认规律的任务仍十分艰巨。期待今后有更多自然状态或控制实验的数据来进一步对上述结论进行验证,为最终揭示地理空间思维能力发展的科学规律作出努力。

(2) 在量表信度方面,本文中对地理空间思维能力的5个假设影响因素进行的第一次测量工作因测题数量少,信度效度低,可能是一些假设因素未能得到证实的原因。今后需要进一步开发具有更高信度和效度的影响因素测量量表(问卷),以发现更多的地理空间思维能力提高的影响因素。

(3) 在研究方法方面,自变量与地理空间思维能力之间虽然可能有相关(或因果)关系,但受其他多种因素影响,一些因素与地理空间思维能力的回归方程显著性低,用回归方法揭示规律往往困难,而运用独立样本 T 检验或基于实验进行配对样本 T 检验的方法可能更为合适,这有待进一步探讨。

参考文献(References)

- 柴彦威. 2010. 城市空间与消费者行为[M]. 南京: 东南大学出版社. [Chai Y W. 2010. Chengshi kongjian yu xiaofei-zhe xingwei[M]. Nanjing, China: Southeast University Press.]
- 冯健. 2005. 北京城市居民的空间感知与意象空间结构[J]. 地理科学, 25(2): 142-154. [Feng J. 2005. Spatial cognition and the image space of Beijing's residents[J]. Scientia Geographica Sinica, 25(2): 142-154.]
- 顾朝林, 宋国臣. 2001. 北京城市意象空间及构成要素研究[J]. 地理学报, 56(1): 64-74. [Gu C L, Song G C. 2001. Urban image space and main factors in Beijing[J]. Acta Geographica Sinica, 56(1): 64-74.]
- 侯雪蛟, 徐梦洁. 2014. 南京城市意象空间及其影响因素分析[J]. 甘肃科技, 30(16): 36-40. [Hou X J, Xu M J. 2014. Nanjing chengshi yixiang jiqi yingxiang yinsu fenxi[J]. Gansu Science and Technology, 30(16): 36-40.]
- 霍婷婷, 王茂军. 2009. 基于地名认知率的北京城市认知空间结构[J]. 地理科学进展, 28(4): 519-525. [Huo T T, Wang M J. 2009. An analysis of spatial cognitive structure in Beijing City based on the cognitive rate of place names[J]. Progress in Geography, 28(4): 519-525.]
- 李屏. 2015. GIS在中学生地理空间思维能力培养中的应用[D]. 福州: 福建师范大学. [Li P. 2015. The application of GIS in developing high school student's geospatial thinking ability[D]. Fuzhou, China: Fujian Normal University.]
- 刘金花. 2006. 儿童发展心理学[M]. 3版. 上海: 华东师范大学出版社. [Liu J H. 2006. Ertong fazhan xinlixue[M]. 3rd ed. Shanghai, China: East China Normal University Press.]
- 卢万合. 2005. 中学生地理空间思维能力及其培养[D]. 长春: 东北师范大学. [Lu W H. 2005. The geography special thinking of middle school students and its training tactics [D]. Changchun, China: Northeast Normal University.]
- 鲁学军, 周成虎, 龚建华. 1999. 论地理空间形象思维: 空间意象的发展[J]. 地理学报, 54(5): 401-408. [Lu X J, Zhou C H, Gong J H. 1999. On geographic spatial thinking in images: The development of spatial mental images[J]. Acta Geographica Sinica, 54(5): 401-408.]
- 单华. 2013. 高中地理学科能力培养的研究[D]. 烟台: 鲁东大学. [Shan H. 2013. Research on cultivating geography subject ability of high school students[D]. Yantai, China: Ludong University.]
- 万刚, 高俊, 刘颖真. 2008. 基于阅读实验方法的认知地图形成研究[J]. 遥感学报, 12(2): 339-346. [Wan G, Gao J, Liu Y Z. 2008. Research of cognitive map formation based on reading experiments[J]. Journal of Remote Sensing, 12(2): 339-346.]
- 王茂军, 柴彦威, 高宜程. 2007. 认知地图空间分析的地理学研究进展[J]. 人文地理, 22(5): 10-18. [Wang M J, Chai Y W, Gao Y C. 2007. The progress of geographical study on the spatial analysis of cognitive map[J]. Human Geography, 22(5): 10-18.]
- 王茂军, 苏海威, 霍婷婷. 2010. 北京城市空间认知扭曲特征[J]. 地理科学进展, 29(10): 1185-1192. [Wang M J, Su H W, Huo T T. 2010. The characteristics of urban spatial cognitive distortion in Beijing[J]. Progress in Geography, 29(10): 1185-1192.]
- 王启军. 2008. 初中生地理空间能力的性别差异研究[D]. 长春: 东北师范大学. [Wang Q J. 2008. Gender difference research of junior middle school student geography ability [D]. Changchun, China: Northeast Normal University.]
- 王晓明, 刘瑜, 张晶. 2005. 地理空间认知综述[J]. 地理与地理信息科学, 21(6): 1-10. [Wang X M, Liu Y, Zhang J. 2005. Geo-spatial cognition: An overview[J]. Geography and Geo-Information Science, 21(6): 1-10.]
- 徐志梅, 袁孝亨. 2010. 运用GIS培养中学生地理空间能力[J]. 中国电化教育, (8): 96-100. [Xu Z M, Yuan X T. 2010. Yunyong GIS peiyang zhongxuesheng dili kongjian nengli [J]. China Educational Technology, (8): 96-100.]
- 徐志梅, 袁孝亨. 2011. 高中生地理空间能力水平差异研究[J]. 内蒙古师范大学学报: 教育科学版, 24(12): 90-94.

- [Xu Z M, Yuan X T. 2011. Gaozhongsheng dili kongjian nengli shuiping chayi yanjiu[J]. Journal of Inner Mongolia Normal University: Educational Science, 24(12): 90-94.]
- 徐志梅, 袁孝亭. 2012. 运用心理地图培养学生地理空间能力[J]. 中学地理教学参考, (5): 12-13. [Xu Z M, Yuan X T. 2012. Yunyong xinli ditu peiyang xuesheng dili kongjian nengli[J]. Teaching Reference of Middle School Geography, (5): 12-13.]
- 徐志梅, 袁孝亭. 2013. 高中生地理空间能力测量量表初步编制[J]. 内蒙古师范大学学报: 教育科学版, 26(8): 139-143. [Xu Z M, Yuan X T. 2013. Gaozhongsheng dili kongjian nengli celiang liangbiao chubu bianzhi[J]. Journal of Inner Mongolia Normal University: Educational Science, 26(8): 139-143.] of senior high school student
- 许燕, 张厚粲. 2000. 小学生空间能力及其发展倾向的性别差异研究[J]. 心理科学, 23(2): 160-164. [Xu Y, Zhang H C. 2000. Primary school pupils' gender differences in special abilities[J]. Psychological Science, 23(2): 160-164.]
- 袁孝亭. 2009. 利用地理空间要素发展学生空间思维[J]. 课程·教材·教法, 29(8): 62-67. [Yuan X T. 2009. Developing students' spatial thinking by using geo-spatial elements[J]. Curriculum, Teaching Material and Method, 29(8): 62-67.]
- 张厚粲, 龚耀先. 2012. 心理测量学[M]. 杭州: 浙江教育出版社. [Zhang H C, Gong Y X. 2012. Psychometrics[M]. Hangzhou, China: Zhejiang Education Press.]
- 赵叶珠, 林钟敏. 1993. 大学生空间思维的性别差异研究[J]. 心理科学, 16(2): 80-83. [Zhao Y Z, Lin Z M. 1993. A study of sex differences in college-students' spatial thinking [J]. Psychological Science, 16(2): 80-83.]
- 周洁, 柴彦威. 2013. 中国老年人空间行为研究进展[J]. 地理科学进展, 32(5): 722-732. [Zhou J, Chai Y W. 2013. Research progress on spatial behaviors of the elderly in China [J]. Progress in Geography, 32(5): 722-732.]
- 周加仙, 蔡永华. 2013. 空间思维能力的认知机制及其对STEM教学的启示: 与美国Nora S. Newcombe院士的对话[J]. 全球教育展望, 42(2): 3-11. [Zhou J X, Cai Y H. 2013. The cognitive mechanism of spatial thinking and its implications for STEM instruction: Interview with Prof. Nora S. Newcombe[J]. Global Education, 42(2): 3-11.]
- Cheung Y, Pang M, Lin H, et al. 2011. Enable spatial thinking using GIS and satellite remote sensing: A teacher-friendly approach[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 21: 130-138.
- Cohen C A, Hegarty M. 2012. Inferring cross sections of 3D objects: A new spatial thinking test[J]. Learning and Individual Differences, 22(6): 868-874.
- Cohen C A, Hegarty M. 2014. Visualizing cross sections: Training spatial thinking using interactive animations and virtual objects[J]. Learning and Individual Differences, 33: 63-71.
- Golledge R G, Dougherty V, Bell S. 1995. Acquiring spatial knowledge: Survey versus route-based knowledge in unfamiliar environments[J]. Annals of the Association of American Geographers, 85(1): 134-158.
- Harvey D. 1971. Explanation in geography[M]. London, UK: Edward Arnold Publisher.
- Hauptman H. 2010. Enhancement of spatial thinking with Virtual Spaces 1.0[J]. Computers & Education, 54(1): 123-135.
- Ishikawa T. 2013. Geospatial thinking and spatial ability: An empirical examination of knowledge and reasoning in geographical science[J]. The Professional Geographer, 65(4): 636-646.
- Kitchin R M. 1996. Are there sex differences in geographic knowledge and understanding[J]. The Geographical Journal, 162(3): 273-286.
- Lee J, Bednarz R. 2009. Effect of GIS learning on spatial thinking[J]. Journal of Geography in Higher Education, 33 (2): 183-198.
- Lee J, Bednarz R. 2012. Components of spatial thinking: Evidence from a spatial thinking ability test[J]. Journal of Geography, 111(1): 15-26.
- Lloyd R. 1997. Spatial cognition: Geographic environments [M]. Boston, America: Kluwer Academic Publishers.
- Lynch K. 1960. The image of the city Cambridge[M]. Cambridge, MA: MIT Press.
- Manson S, Shannon J, Eria S, et al. 2014. Resource needs and pedagogical value of web mapping for spatial thinking[J]. Journal of Geography, 113(3): 107-117.
- Tomaszewski B, Vodacek A, Parody R, et al. 2015. Spatial thinking ability assessment in Rwandan secondary schools: Baseline results[J]. Journal of Geography, 114(2): 39-48.

Influencing factors of middle school students' spatial thinking ability: A case study on senior one students of Baiyin No. 1 Middle School in Gansu Province

WAN Jingyi^{1,2}, LU Xiaoxu^{1*}, LU Yuqi³, DU Fengzhen¹, WANG Jun^{4,5}, JU Beini¹

(1. College of Teacher Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

2. Baiyin No. 8 Middle School, Baiyin 730900, Gansu, China;

3. School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China;

4. School of Geographic Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China;

5. Baiyin No.1 Middle School, Baiyin 730900, Gansu, China)

Abstract: Spatial thinking ability is the basic ability of understanding geographical environment and a key geographic competence of students. Its influencing factors and mechanism need urgent attention for advancing spatial thinking theory. This study hypothesized that seven factors affect spatial thinking ability, including general intelligence level, living environment, interest in geography study, habit of using maps, interest in geographical problems, sensitivity about directions, and specialized geography knowledge. The level of spatial thinking ability and the seven hypothesized influencing factors of 126 samples from the Baiyin No.1 Middle School were measured by the spatial thinking ability test (STAT) measurement scales and factors' measurement scales. The SPSS 23.0 software was used to analyze the related data. The samples were first divided into high, medium, and low score groups according to the level of spatial thinking ability, and general intelligence level, habit of using maps, and geography knowledge showed significant differences between the high and low score groups using independent sample T test. Then the samples were divided into high, medium, and low factor score groups, and general intelligence level, habit of using maps, specialized geography knowledge, and interest in geography study showed significant differences between the high and low factor score groups. The results indicate that general intelligence level, habit of using maps, and geography knowledge were necessary conditions of sample students' high spatial thinking ability, and interest in geography study was also an important condition. The four factors were proven to be the main influencing factors of spatial thinking ability, and the level of influence from high to low was general intelligence, specialized geography knowledge, habit of using maps, and interest in geography study based on the result of the single factor linear regression analysis. The stepwise regression analysis result showed that general intelligence level and specialized geography knowledge had stronger influence on spatial thinking ability

Key words: spatial thinking ability; influencing factors; empirical research; Baiyin No.1 Middle School; Gansu Province