

地理综合思维的认知结构及其检验 ——基于高中生样本的研究

卢晓旭¹, 罗茜¹, 陆玉麒², 朱征³, 米雪¹, 范亚俐³

(1. 华东师范大学教师教育学院, 上海 200062; 2. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210023;

3. 华东师范大学地理科学学院, 上海 200241)

摘要:地理综合思维是解决地理问题的基本思维,其概念的界定和结构的明晰关系到地理学领域综合思维应用的规范性,也影响着地理教育领域综合思维培养方向的正确性。论文基于地理综合思维主流的要素综合、时空综合、地方综合三维分类,尝试对细分小类进行组合,形成了6种地理综合思维认知结构模型假说。以高中学生为样本,运用地理综合思维测量量表获得学生的地理综合思维水平数据,采用探索性因子分析和验证性因子分析方法,对地理综合思维的认知结构假说进行检验。结果发现结构假说与数据拟合不够理想。讨论认为要素综合、时空综合、地方综合是地理综合思维外在的形式认知结构,它们表征了地理综合思维全面、系统、动态的思维特征,而体现心理发展本质的地理综合思维内在认知结构有待进一步研究和确立。

关键词:地理综合思维;认知结构;要素综合;时空综合;地方综合;结构检验

“综合”在许多先哲眼里充满魅力。康德盛赞“综合”能为所有先前知识带来真正增益,一切理性的理论科学都包含有先天综合判断的原则,一切科学判断毫无例外都是综合的;黑格尔垂青于“综合命题”,根据事物“综合着的现象”提出思维规律与客观规律相一致的思想^[1]。康德和黑格尔认识的综合包括主体与客体的综合、人与自然的综合^[2],这为综合思维的研究提供了思维方向。而在地理学的研究中,综合思维贯穿始终^[3]。生活中,人们运用综合的观点认识地理环境的思维方式称为地理综合思维^[4]。而具有地理素养的人,地理综合思维的水平更高。地理综合思维内涵的形成集成了古典地理学时期的整体性思想、近代地理学时期的综合性原则和现代地理学的系统性思想^[5]。综合思维并不是地理学领域思考和解决问题独有的思维方式,只是因为人类生存的地理环境是一个综合体,在不同的时空组合条件下,地理要素相互联系、制约和渗

透,决定着地理环境的形成与发展,所以在解决地理问题时,更需要综合的思维方式。这一特点使得地理学中的综合思维具有了物质的基础和先天的优势。

地理学存在的理由在于综合^[6]。钱学森等^[7]指出,唯一能有效处理开放的复杂系统的方法是定性与定量相结合的综合集成方法,建议地理学界对地理系统开展综合研究。吴传钧先生的“人地关系地域系统”理论也为整个地理学的综合研究提供了理论基石^[8]。因此,国内地理学领域大量研究^[9-16]提及地理学的综合性和综合分析的方法,这些研究多从地理系统的角度间接涉及地理综合思维。国际上,地理学和地理教育领域承袭了系统科学研究的传统,把地理学作为系统科学的案例,以系统思维(system thinking)和地理系统思维(system thinking in geography)来称谓地理综合思维。Ben-Zvi-Asaraf等^[17]从理论推演层面将系统思维由低到高分

收稿日期:2021-04-06;修订日期:2021-08-28。

基金项目:教育部人文社会科学研究基金项目(19YJA880042)。[Foundation: Humanities and Social Sciences Research Foundation of the Ministry of Education, No. 19YJA880042.]

第一作者简介:卢晓旭(1970—),男,江苏扬州人,博士,副教授,主要从事人文地理学和地理课程与教学论研究。

E-mail: xxlu@geo.ecnu.edu.cn

引用格式:卢晓旭,罗茜,陆玉麒,等. 地理综合思维的认知结构及其检验: 基于高中生样本的研究[J]. 地理科学进展, 2022, 41(2): 277-288.
[Lu Xiaoxu, Luo Xi, Lu Yuqi, et al. Cognitive structure testing of the geographical synthetic thinking: Based on the samples of senior high school students. Progress in Geography, 2022, 41(2): 277-288.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2022.02.008

为系统要素的分析(包括识别系统要素1个次级类型)、系统要素的联系(包括识别要素之间的联系、识别系统内的动态关系、理解系统的循环性质、在系统中组织要素等4个次级类型)、实施综合(概括的能力、了解系统的隐藏维度、时间思考即回顾与预测等3个次级类型)等3个金字塔形的层次结构类型及8个次级类型。Arnold等^[18]总结了系统性的共同元素,包括相互联系、整体性、反馈循环、动态演化等,总结了系统思维的8个成分,即识别联系、识别和理解反馈、理解系统结构、区分要素类型、识别和理解非线性关系、理解动态演化、通过概念建模降低系统复杂性、理解不同尺度的系统等。Schuler等^[19]将系统思维分为概念性系统知识、系统建模、使用系统模型解决问题、系统模型评估等4个维度。Fanta等^[20]则基于Schuler等的结构模型,对生物学和地理学专业师范生开展了提升系统思维能力的实验研究。这些研究主要运用推演的方法得到了地理学领域系统思维(地理综合思维)的结构,但暂时没有发现运用定量方法对结构进行实证成果。

国内地理教育领域的地理综合思维研究丰富并具有特色。学者们没有照搬国外地理学者的系统思维(地理综合思维)的维度划分,韦志榕^[21]将地理综合思维分为3类:一是能够从地理要素的角度认识地理事物的整体性和地理要素相互作用、相互影响的关系;二是能够从时空综合的角度分析地理事象的发生、发展和演化;三是能够从地方综合的角度分析区域自然和人文要素对区域特征形成的影响以及区域人地关系问题。自然地理学从过程、类型、区域等角度与层次来研究自然综合体^[22-23],地理学领域的综合研究从要素综合、过程综合、区域综合、专题综合等角度开展^[24],据此,林培英^[22]认为地理综合思维作为一种具有明显地理视角的基本思维活动,可以将其划分为要素综合、时空综合和地方综合3个维度。王民等^[25]也将地理综合思维分类为要素综合、时空综合、地方综合(区域综合)3类。刘桂侠等^[26]从地理学思想史等角度推演,将地理综合思维分类为要素间的综合和区域间的综合2类,与前面的维度划分仍然具有本质一致性。最终要素综合、时空综合、地方综合三维分类写入了国家《普通高中地理课程标准》(2017年版)^[4]。这一分类虽然是由学者经理论演绎得到的,具有可靠性,但实证^[27]工作仍有必要。本文基于国内主流的地理

理综合思维的三维分类,尝试对小类进行各种理解基础上的组合,形成6种地理综合思维认知结构模型假说,运用自主开发的内容效度和信度经质量检验合格的地理综合思维测量量表,采集来自全国4省市8所学校的2793份高中生有效样本的地理综合思维数据,运用探索性因子分析和验证性因子分析方法,通过检验测量量表的结构效度的途径,进行数据与假说结构的拟合,试图证实或探索地理综合思维真正的认知结构。

1 地理综合思维类别定义和认知结构假说

1.1 地理综合思维类别及其定义

1.1.1 要素综合思维

关于要素综合思维的内涵,现有研究认为,最基础的层次是认识地理要素的存在,其次是认识地理要素间存在联系^[22],再进一步是能认识地理要素有相互渗透、相互制约的关系,以及因此产生综合作用^[25]。从地理要素角度来说,可分为2个自然要素或2个人文要素的综合、多个自然要素或多个人文要素在自然系统内部或社会系统内部的综合、多个自然和人文要素之间的综合等3个由低到高的层次^[22];从要素数量及所在的区域范围来看,可由低到高分成小区域的少量地理要素的综合到地球表面全部地理要素的综合^[25]。《普通高中地理课程标准》^[4]要求学生能够从地理要素综合的角度认识地理事物的整体性及地理要素相互作用、相互影响的关系。本文同时考虑要素体系本身的全面性是地理综合思维的基础,主导要素的确定是地理综合思维的最终指向,将要素综合思维定义为:在全面把握地理要素的前提下,分析地理要素之间的联系,并确定和保留主导要素和要素联系中的主导联系的思维过程。这里没有将整体性思维作为要素综合的部分,而是作为空间综合的组成成分,将其放入时空综合的范畴。

1.1.2 时空综合思维

关于时空综合思维的内涵,现有研究认为,它强调的是在地理事象空间属性上增加时间属性,动态思考地理事象的发生、发展、现状和演化,用动态的、变化的眼光看世界^[22,25]。《普通高中地理课程标准》^[4]要求学生能够从空间和时间综合的角度分析地理事象的发生、发展和演化。这些界定显著突出

了地理事象的时间演化。本文基于时、空2个角度,将空间整体性及空间分异与时间演化并列,既相区别,也相融合,将时空综合思维定义为:在认识不同区域地理环境的整体性和认识区域间分异性的基础上,考虑地理要素的时间变化对地理环境整体性和区域分异格局影响的思维过程。这里的整体性和后文地方综合中要素相互作用形成整体性不同,整体性和区域分异是对环境的静态认识,是动态演化的片断,是时空综合中空间的一维,而后述的地方综合中的整体性重点在于对区域内各要素综合作用最终形成整体的一种认识。

1.1.3 地方(区域)综合思维

地理学的传统是解释各种要素在地方或区域内相互作用的过程和结果,以及这些作用又如何塑造了一个地区的独特性^[28]。这种解释所用的思维就是地方(区域)综合思维。地方(区域)综合思维是综合思维最为重要的表现形式^[5]。现有关于地方综合思维的界定有:综合思考区域内的各种地理要素的相互作用,形成对该地地理特征认识的思维。它包括区域内综合和区域间综合。认识区域间综合的重点在于把其他区域作为一个区域的地理要素来考虑^[22]。《普通高中地理课程标准》^[4]要求学生能够从地方或区域综合的角度分析地方或区域自然和人文要素对区域特征形成的影响,以及区域人地

关系问题。本文综合上述观点,将地方(区域)综合思维定义为:认识区域内要素相互作用及其对区域环境整体性产生影响的思维过程,以及认识不同区域间相互以地理要素的形式作用于另一个区域,从而使2个区域发生联系和产生相互影响,进而形成两地地理特征的思维过程。

1.2 地理综合思维小类内涵及评价标准

本文综合上述内容,将地理综合思维的要素综合(A)、时空综合(B)、地方综合(C)3个大类,进一步分解为6个小类,分别是地理要素体系思维(A1)、地理要素联系思维(A2)、地理事象整体分异思维(B1)、地理事象时间变化思维(B2)、区域内综合思维(C1)、区域间综合思维(C2)等。从地理学和思维层面对6个小类进行概念内涵界定,并给出相应的满分标准(5分)作为评价的依据,如表1。

虽然本文在界定综合思维大类和小类的内涵时有内容界定和结构取向,但不同文献中的地理综合思维大类的表述有交叉重叠的特征,小类归属也不统一。如有的文献^[22]在要素综合中并没有明确包括要素体系,而有的文献^[25]则明确表示要素体系是要素综合的一部分。对于整体性思维,有的文献^[22]将其放在要素综合里体现,有些文献^[25]放在地方综合中体现。本文从时、空2个角度出发,考虑整体性是一种静态的空间属性,尝试在某些结构假说

表1 地理综合思维小类和评价依据

Tab.1 Subdivided categories and evaluation bases of geographical synthetic thinking

大类	小类	内涵	评价依据(5分)
要素综合思维 (A)	要素体系思维 (A1)	知道自然要素和社会经济要素所包含的多个要素,并能定势成从地理要素角度思考地理事象的习惯,同时有主导要素的意识(全面、系统)	在思考地理事象时无须任何提示、能自然而然地分层次考虑所有地理要素,并有把握主导要素的意识
	要素联系思维 (A2)	知道地理要素相互联系、制约和渗透,具备地理要素的联系意识(系统)	在思考地理事象时无须任何提示、能自然而然地从要素联系的角度分析问题
时空综合思维 (B)	整体分异思维 (B1)	知道区域地理事象整体内有小尺度的区域差异,具备地理事象的整体性意识和区域分异思想(全面、系统)	在分析相关地理事象时无须任何提示、能自然而然地从区域整体或空间分异的角度分析区域
	时间变化思维 (B2)	知道地理事象及地理要素会随时间而发生演变,具备地理事象和地理要素演变的动态思维(动态)	在分析相关地理事象时无须任何提示、能自然而然地从时间变化的角度认识区域地理事象的发展变化
地方综合思维 (C)	区域内综合思维 (C1)	知道区域内各地理要素通过相互作用、相互影响形成区域地理特征(系统)	在认识区域地理事象时无须任何提示、能自然而然地从地理要素相互作用和影响的角度综合解释区域地理事象,并能提取形成地理事象的主导要素
	区域间综合思维 (C2)	知道外区域作为一个特殊的地理要素对本区域地理特征的形成有影响(系统)	在认识区域间联系时无须任何提示、能自然而然地把其他区域理解为本区域的发展或演化要素,并从区域联系角度综合解释区域地理特征和提出区域发展路径

注:测量工具是自陈量表,按5分的标准设计题项的表述,样本答题时按其实际情况与表述的符合程度计1~5分,其中非常符合计为5分,非常不符合计为1分。

中将其作为时空综合的部分。地方综合有的^[22]明确分区域内综合和区域间综合2类,但有些文献^[25]中并未明确划分,而是通过尺度的转换来体现区域内综合和区域间综合。所以,表1中虽然将小类归入某个大类,但并不是绝对认定,而是参考学者的观点和《普通高中地理课程标准》,呈现相对主流的和本文观点的归类。下面将根据地理综合思维大类和小类内涵的各种理解,考虑各小类的内在亲远关系和各种内涵解读,尝试给出以下几种地理综合思维的结构体系假说,以检验哪种假说更接近地理综合思维内在的结构。

1.3 地理综合思维的结构体系假说

假说1:规整三维结构模型。将地理综合思维的6个小类两两一组“规整”性地归入3个大类。其中要素体系思维(A1)、要素联系思维(A2)归入要素综合,整体分异思维(B1)、时间变化思维(B2)归入时空综合,区域内综合思维(C1)和区域间综合思维(C2)归入地方综合。时空综合包括时间演变、空间格局的动态和静态分析,其中静态分析就是整体和分异思维,而动态分析就是时间变化思维^[29]。这是将整体分异思维纳入时空综合的依据。

假说2:规范三维结构模型。将地理综合思维的6个小类“规范”性地归入3个大类。其中要素体系思维(A1)、要素联系思维(A2)、整体分异思维(B1)归入要素综合,时间变化思维(B2)独立属于时空综合(实际仅为动态思维),区域内综合思维(C1)和区域间综合思维(C2)归入地方综合。整体分异是通过地理要素的联系形成地理环境整体性并表现出区域之间差异的,所以将其视为要素综合的部分。“规范”三维结构依据的是大类的定义,其分类更加规范和忠实于定义,故而命名。

假说3:调整三维结构模型。将地理综合思维的6个小类“调整”归入3个大类。其中要素体系思维(A1)、要素联系思维(A2)、整体分异思维(B1)、区域内综合思维(C1)归入要素综合,时间变化思维(B2)独立属于时空综合,区域间综合思维(C2)独立属于地方综合。“调整”三维结构中最主要的调整是将区域内综合近似于整体性,和整体分异思维相同,并入要素综合。

假说4:基本四维结构模型。由于要素综合首先需要认知地理要素,并从要素角度进行思维,然后再思考要素之间如何通过联系而综合。虽然要素体系思维也可视为是要素综合的基础^[22],但是否能独立存在,可放在四维结构模型中加以验证。在

“调整”三维结构模型的基础上,将地理综合思维小类中的要素体系思维(A1)单独提取成为一个独立的新增维度,要素联系思维(A2)、整体分异思维(B1)、区域内综合思维(C1)归入要素综合,时间变化思维(B2)属于时空综合,区域间综合思维(C2)归入地方综合,形成“基本”四维结构模型。

假说5:修正四维结构模型。将地理综合思维的6个小类设为一个“修正”的四维结构。大卫·哈维在《地理学中的解释》^[30]中指出,现实是由众多彼此联系的事物所组成的无限复杂系统,分析一个系统可以从3个方面来看:一是一系列的要素因子,二是要素因子之间的一系列联系,三是系统与环境之间的一系列联系。这样,地理综合思维包括3个维度,要素因子思维(即A1),要素联系思维(即A2),系统与环境关系思维即地方综合思维,含整体分异思维(B1)、区域内综合思维(C1)、区域间综合思维(C2)。但大卫·哈维对系统的分析是静态角度的,是区域系统的空间格局分析。随着时间的推移,地理事象都会发生变化。如果离开了地理事象随时间演化的过程分析,就只能把地理学变成一门静态的、表象的,甚至是僵死的学科^[31]。因此,系统分析需要增加一个动态的时间演化过程,这样可以将时间变化思维(B2)单独作为第4个维度。

假说6:六维结构模型。在地理综合思维的6个小类归属难以准确认定的情况下,不妨将6个看似不同的小类作为各自独立的维度进行体系验证。

事实上,由于上述体系结构主要是从地理综合思维的外在形式上确立的,即从要素认知开始,再到认知要素间相互联系、制约和渗透,以至认识区域整体和区域分异,从而理解区域间的联系,最后再考虑地理事象的动态变化,这些形式上的思维类别及其结构可能并不是地理综合思维真正的认知结构,可能构成一种由低到高的金字塔形的结构模型^[22]或者是相互交叉渗透的模型,因此有可能存在一个暂时未知的地理综合思维的认知结构模型,这作为第7个假说,“第7”实际是更多假说的统称或是真正认知结构的代称,在前6种结构假说不能得到验证的前提下,留待后续研究去探索。

2 地理综合思维测量量表开发与质量检验

2.1 现有测量量表概况

要验证地理综合思维的结构维度,首先需要有

较高内容效度的测量量表,即量表要能准确体现地理综合思维各小类的内涵,并能区分思维水平的等级,还要具有较高的信度。

目前有一些地理综合思维能力的测量量表,如王民等^[25]用2016年高考新课标全国文综乙卷第37题(堪察加半岛科考)、第二届全国中学生地理奥林匹克竞赛第三部分主题四(天鹅洲故道群保护)、第三届全国中学生地理奥林匹克竞赛第三部分主题五(尼罗河洪水)、塔里木河的变迁与罗布泊的演化等4道题组成一个地理综合思维测量量表,依据学生回答涉及的地理要素数量及其关系分析,对学生的要素及要素关系的认知深度、对地理事象的综合性(区域内综合、区域间综合、时间和空间演化)理解程度等进行评价。该量表的维度依赖其涉及的内容,测量并不着意全面反映地理综合思维的整体维度。邱鸿亮^[32]基于SOLO理论,将地理综合思维的水平分为简单联系水平和复杂联系水平、简单系统水平和复杂系统水平2级4个层次,对应这些层次开发测题。如基于气候内容开发的地理综合思维测题,是让学生判断对“气候是由气温、降水等要素组成的系统”“气候是组成自然地理环境系统的要素”等表述的同意程度,再经过一套判断系统,确定学生的地理综合思维水平所处的层次。这是一份侧重于了解学生要素关系思维的定性和半定量的判断量表,同样存在地理综合思维维度不全面的问题。以上2项量表的测评结果可以在样本间进行相互对比,但不适用于对样本进行地理综合思维水平的整体评价。Ben-Zvi-Assaraf等^[33]结合“水循环”的教学内容,利用水循环概念测试题,再进行观察和半结构化访谈完成地理综合思维水平的判断。Grohs等^[34]虚构了一个居住着5万人的Abeesee村庄,该村庄因为严冬、偏远的地理位置和化石燃料价格的上涨而出现取暖问题,38%的居民30 a来没有暖气,上一年27名居民死于没有暖气的家庭,78%的死亡者死因缘于低温暴露;该情境下,要求样本思考Abeesee村庄的取暖问题,制定解决计划,分析计划可能存在的意外后果,分析哪些因素影响计划的成功以及考虑给定资金的效用;Grohs等通过一定的标准判断样本在回答这些非良构问题时反映出的地理综合思维。Cox等^[35-36]通过学生在学习食品供应、全球化、资源、环境承载力和生态足迹、国际人口迁移等具体内容的过程中构建因果图的表现,判断学生识别给定信息中的相关变量、识

别不同变量之间的关系、判断指定关系的性质、用文字描述变量之间的关系、如果系统内有干扰时能否解释其对系统的影响等状况,最终评价学生的地理综合思维水平。这些结合具体情境开发的地理综合思维测试中蕴含了相应情境内容的知识,和前述量表^[25,32]一样并不刻意于全面测量学生地理综合思维所有维度和整体水平。因此本文希望开发一个全面测量地理综合思维各维度和整体水平的自陈式量表,所开发的量表原则上要舍弃具体的情境。

2.2 测量量表开发

量表开发阶段为2017年3—12月。开发过程经历了理论演绎、访谈、反复试测、质量评价、修改完善等过程,最终形成包括6个小类24个测量项目的自陈式测量量表(最终版测量量表下载网址为<http://luxiaoxu.net/online/qk/dlkxjz/zhsw.htm>),如“我能全面而准确说出自然地理环境的五大要素”“我能用各种案例向他人清楚地解释自然地理要素之间的关系”“我认为一个国家内部的聚落形态虽然有区域差异,但仍然有共同特点”“我认识到随着时间的推移,影响农业或工业的地理因素会发生变化,从而导致一些历史文明(如楼兰古国、东北工业基地)的兴盛和衰弱”“我能清晰地分析出国家提出新型城镇化政策是源于当前哪些地理要素的客观现实”“我能认识到资源的跨区域调配其实是区域发展的一项举措,一个地区是作为另一个地区发展的地理要素而被认识和考虑的”等,要求学生客观判断思维显性化的表述是否符合自己的认知,以及该思维在自身认知过程中所达到的“自然而然”的程度。测量量表还设有5个直测性效标检验项目,用于进行效标效度检验。另设3个测谎项目,用于剔除测量过程中未认真参与的样本。

2.3 测量量表质量检验

测量量表经过多次质量检验和修改,最后一次检验于2017年10—11月进行,分别在南京城区某高级中学高二、高三年级4个班级及张家港市某高级中学高二年级2个班级中试测。2所学校分别处于2个办学层次,并且分布于城市和乡村,样本有层次差异。参与测试的学生共252名,其中测谎未通过的学生8名,有效样本244份,有效率96.8%。测量结果如表2所示,表中综合思维水平数据为百分制,地理综合思维及各维度水平均已按百分制进行了标准化。

试测结果(表2)显示了2所学校的层次差异性,

表2 地理综合思维量表质量检验的样本统计

Tab.2 Sample statistics for testing the quality of geographical synthetic thinking scale									
样本学校	有效样本 人数	平均分 (百分制)	A1 (百分制)	A2 (百分制)	B1 (百分制)	B2 (百分制)	C1 (百分制)	C2 (百分制)	效标得分 (百分制)
总体	244	67.7	70.0	67.6	69.7	68.3	61.7	69.0	64.0
南京某校	166	72.3	74.2	72.0	74.3	72.1	68.6	72.8	68.9
张家港某校	78	57.9	61.2	58.3	59.9	60.3	47.1	61.0	53.4

地理综合思维水平分别是72.3和57.9,均值差异的独立样本 T 检验 t 值为9.972, $P<0.001$,有显著差异,间接反映了测量量表的区分度。24个测量项目得分与其地理综合思维得分均具有极其显著的相关性, $P<0.001$,说明所有项目的区分度良好。测量量表的科隆巴赫信度系数为0.928,反映信度极高,6个小类量表信度分别为0.631、0.735、0.716、0.684、0.786、0.752,均超过分量表要达到0.6的基本要求,量表信度合格。5项效标题组成的分量表信度为0.876,它的测量结果与24个项目的测量结果相关系数达到0.837, $P<0.001$,说明效标效度良好。研究者重新审视最终的24个项目与其指向的小类内容的对应性,评价其内容效度,认为所有24个项目与小类的对应程度都在4分以上,绝大多数为5分(满分),反映了量表具有较高的内容效度。试测的结果显示了所开发的地理综合思维量表具有较好的区分度、信度、内容效度和效标效度,可以用于正式测试,数据最终可用于地理综合思维认知结构假说的检验。

3 地理综合思维认知结构检验

3.1 结构假说的检验方法

地理综合思维的认知结构检验通过测量量表

的结构效度检验的途径完成。测量量表的结构效度是量表测量数据能否验证问卷预设结构的指标,可以用探索性因子分析法^[37]和验证性因子分析法^[38]来完成检验。探索性因子分析法从多个测量项目中提取公因子,通过旋转后的因子载荷系数阵列检验测量项目和公因子是否对应,以识别结构假说是否得到数据的支持。测量项目要求与其预设维度指向的公因子之间有高载荷特征,和其他不指向的公因子之间有低载荷特征。验证性因子分析法必须提供结构假说作为前提,该方法检验需要计算样本的协方差矩阵,然后采用一个估计方法进行模型拟合,通过拟合指标(包括绝对适配指标、增值适配指标和简约适配指标等)反映实测数据和结构假说的拟合优度。

3.2 样本来源

自2018年3月开始至2020年1月,项目组结合样本可得性,并从样本分布尽可能代表总体的角度出发,先后在上海、江苏、湖北和贵州等4省市8所学校采集得到3078份高中生地理综合思维水平数据,通过测谎手段剔除无效样本285份,得到有效样本2793份,有效率为90.7%。样本数量统计如表3。样本学校地跨中国东、中、西部地区。样本最多的江苏省,其样本学校地跨苏南、苏中和苏北,覆盖城市和农村,兼有高、中、低3类生源层次的学校。

表3 地理综合思维结构维度验证的有效样本人数统计

Tab.3 Statistics of effective samples of geographical synthetic thinking structure verification							(人)
样本学校	按年级分			按性别分		总计	
	高一	高二	高三	男	女		
① 上海市行知实验中学(上海)	249	311		271	289	560	
② 苏州市第三中学(江苏苏州)		247		107	140	247	
③ 张家港市乐余高级中学(江苏苏州)		79		46	33	79	
④ 江苏省梅村中学(江苏无锡)	2		183	113	72	185	
⑤ 扬州中学教育集团树人学校(江苏扬州)	669			359	310	669	
⑥ 盐城市亭湖高级中学(江苏盐城)	342	122		218	246	464	
⑦ 湖北省利川市第一中学(湖北恩施)	386			283	103	386	
⑧ 贵州省毕节市第一中学(贵州毕节)	203			95	108	203	
样本人数总计	1851	759	183	1492	1301	2793	

学生覆盖高中3个年级,由于地理课程在高一年级全员开设,高二、高三年级选择性开设,故样本以高一年级居多,样本的男女比例均衡。所有样本总数量较大,满足样本的数据量要求,分布上也具有一定的总体代表性。

3.3 测量量表质量的保障性检验

前期测量量表在两所学校试测,通过了质量检验,可以进行正式测试。而正式测试数据的样本量更大,分布更广泛,用正式测试数据对测量量表再次进行检验应该可以得到更加准确的量表质量可靠性信息。正式测试数据描述性统计结果如表4。

数据结果显示,24个测量项目得分与其地理综合思维得分均具有极其显著的相关性, P 值均小于0.001,说明所有项目的区分度良好。测量量表的科隆巴赫信度系数为0.946,反映信度极好,6个小类量表信度分别为0.807、0.782、0.747、0.754、0.776、0.786,均超过分量表达到0.6的基本要求,量表信度合格。5项直测性效标题组成的分量表信度为0.875,它的测量结果与24个项目的测量结果相关系数达到0.845, P 值均小于0.001,说明效标效度良好。同时发现,兼有高一、高二年级样本的学校,高二年级样本的地理综合思维水平均显著高于高一年级。由于同一学校各年级的生源层次基本相同,这一结果与学生的地理综合思维随教育经历而提升的预期相符,也进一步显示了测量量表的稳定性和可靠性。综上,测量量表的实际测量数据再次证明了量表有质量保障。

3.4 结构假说的检验结果

运用SPSS 24.0的因子分析方法及AMOS 21.0结构方程模型对数据进行统计分析,结果如表5和表6。

因子分析结果显示,无论是提取3个、4个或6个公因子,都不能明显看到假说结构维度中的各测量项目在同一个公因子上负荷高、而在其他公因子上负荷低的现象,假说结构不能被数据探索证实。而因子分析模型又显示KMO为0.971(如表6),说明该测量数据中蕴含了明显的因子结构特征,反映了地理综合思维内在结构的存在。至于这些因子的具体属性和命名,有待理论推演和探索分析。

结构方程模型检验结果同样也显示(表6),基于要素综合、时空综合、地方综合的6种地理综合思维的结构假说均不能达到模型成立的标准,尤其是绝对适配指标,均不合格。地理综合思维的内在认知结构还不在于6种假说之中,需要进一步探索。

4 结论与讨论

4.1 结论

地理综合思维分为要素综合思维、时空综合思维、地方综合思维等3大类,具体可分为要素体系思维、要素联系思维、整体分异思维、时间变化思维、区域内综合思维、区域间综合思维等6小类。在此基础上,本文根据其关系特征形成了6种地理综合思维的认知结构模型假说。采集8所学校的2793份有效样本数据,运用探索性因子分析和验证性因子分析方法,发现数据与各种假说模型拟合不理想,反映了地理综合思维的3大类6小类的认知结构只是地理综合思维的形式结构,它们表征了地理综合思维全面、系统、动态的外在思维特征,但不是真正符合地理综合思维心理发展本质的内在认知结构,地理综合思维真正的内在认知结构的探索工作还需要继续。

表4 样本地理综合思维水平统计结果
Tab.4 Statistical results of geographical synthetic thinking level

样本学校	高一	高二	高三	平均分
① 上海市行知实验中学(上海)	61.8	70.2		66.7
② 苏州市第三中学(江苏苏州)		61.6		61.6
③ 张家港市乐余高级中学(江苏苏州)		52.2		52.2
④ 江苏省梅村中学(江苏无锡)	60.0		72.7	72.5
⑤ 扬州中学教育集团树人学校(江苏扬州)	70.5			70.5
⑥ 盐城市亭湖高级中学(江苏盐城)	48.0	66.8		53.4
⑦ 湖北省利川市第一中学(湖北恩施)	60.5			60.5
⑧ 贵州省毕节市第一中学(贵州毕节)	56.0			56.0
地理综合思维水平平均分	61.7	65.0	72.7	63.3

表5 因子分析的旋转矩阵
Tab.5 Rotation matrix of factor analysis

小类	测量项目	三维模型因子提取			四维模型因子提取				六维模型因子提取					
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6
A1 要素 体系 思维	01	0.763			0.784				0.801					
	02	0.534	0.492		0.593	0.549			0.587		0.468			
	03		0.615			0.607						0.741		
	04	0.538	0.477		0.563	0.498			0.501			0.515		
A2 要素 联系 思维	05	0.672			0.646				0.595					
	06	0.591			0.587				0.529					
	07		0.713			0.693					0.494	0.522		
	08		0.511			0.532					0.449			
B1 整体 分异 思维	09	0.403	0.527					0.498		0.486		0.438		
	10	0.540			0.473				0.430					0.447
	11	0.658			0.578				0.558					
	12			0.598			0.595							0.782
B2 时间 变化 思维	13		0.640			0.546					0.453			
	14		0.487	0.536		0.470	0.534				0.653			
	15	0.459	0.531					0.683		0.682				
	16		0.469	0.459		0.465	0.454				0.692			
C1 区域内 综合 思维	17		0.640			0.495		0.530		0.529				
	18	0.783			0.650			0.484	0.673	0.472				
	19	0.601						0.714		0.705				
	20		0.529	0.404			0.410	0.446		0.442	0.474			
C2 区域间 综合 思维	21			0.780			0.779						0.815	
	22			0.701			0.700						0.741	
	23		0.499	0.473		0.426	0.472						0.444	
	24	0.503	0.455					0.484		0.476				

注:表中已排除0.4以下的小系数,测量项目见地理综合思维测量量表(下载网址为<http://luxiaoxu.net/online/qk/dlkxjz/zhsw.htm>)。

4.2 讨论

(1) 关于地理综合思维的认知结构。地理综合思维真正的认知结构是一个科学问题,需要进一步探讨。地理综合思维将地理事象作为一个整体去观察和思考,形式上的要素综合、时空综合和地方综合三者在内在本质上是有联系和交叉的(图1b),不是并列的(图1a)。时空综合是要素综合的特例,地方综合是要素综合的地域表现,也是时空综合的产物,要素综合可表现为地方综合,也可抛开地方论要素综合,因此不必刻意将三者分开。如果机械地理解和应用地理综合思维的3个类别,反倒违背了地理综合思维的本质^[21]。地理综合思维的3个类别更象是具有包含关系的地理综合思维的3个水平层次,从低到高分别是要素综合、时空综合和地方综合(图1c),或要素综合与时空综合并列受地方综合的统领(图1d)。本文虽然未能明确说明地理综合

思维3个形式大类之间准确的关系,但确定三者的关系不是并列的。今后可从交叉联系的角度去审视地理综合思维的形式维度,进一步探索符合地理综合思维心理发展本质的内在认知结构。不能得到证明的地理综合思维三维结构在学术层面普遍存在的现象,反映了形式结构本身具有特定的逻辑意义。要素综合(全面)、时空综合(动态)和地方综合(系统)^[4]是认识地理环境的3个思维角度,三者可以从外在形式上看成是环境的分解角度、动态演化角度和区域整体角度。尽管三者在内心理过程中是有机融合的,但分解、演化、整合在逻辑上是可以区分的。这是它们之所以在数据实证层面难以区分,但又在认识层面普遍存在,并在学术界有广泛认同的原因。

(2) 关于地理综合思维测量量表是否可用。地理综合思维的认知结构未能得到验证,即测量量表

表6 地理综合思维认知结构假说(测量量表结构效度)检验结果

Tab.6 Test results of the cognitive structure hypotheses (measurement scale structure validity)
of geographical synthetic thinking

方法	具体检验指标		合格标准	规整三维	规范三维	调整三维	基本四维	修正四维	六维
因子分析	预设项目公因子集聚程度		内集聚、外区分明显	不明显	不明显	不明显	不明显	不明显	不明显
	KMO值		>0.7	0.971			0.971		0.971
	巴特利特球形检验P值		<0.01	0.000			<0.001		<0.001
	公因子累积方差贡献率		>60%	54.9%			58.7%		64.8%
结构方程模型	绝对适配指标	卡方	$P>0.05$ (不显著)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
		GFI	>0.90	0.883	0.883	0.883	0.883	0.884	0.885
		AGFI	>0.90	0.856	0.856	0.856	0.856	0.856	0.855
		RMSEA	<0.05	0.068	0.068	0.069	0.069	0.068	0.069
	增值适配指标	ECVI	理论<独立<饱和	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合
		NFI	>0.90	0.899	0.898	0.896	0.898	0.899	0.900
		CFI	>0.90	0.906	0.905	0.903	0.904	0.906	0.907
		RFI	>0.90	0.886	0.885	0.883	0.884	0.886	0.884
	简约适配指标	IFI	>0.90	0.906	0.905	0.903	0.904	0.906	0.907
		TLI(NNFI)	>0.90	0.893	0.892	0.891	0.891	0.893	0.891
		卡方自由度比	1~3	13.904	14.002	14.187	14.148	13.879	14.112
		PNFI	>0.50	0.792	0.794	0.796	0.790	0.792	0.773
	模型结论	PCFI	>0.50	0.797	0.800	0.802	0.796	0.798	0.779
		PGFI	>0.50	0.716	0.718	0.721	0.716	0.716	0.699
		AIC	理论<独立<饱和	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合
		CAIC	理论<独立<饱和	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合

注:下划线信息代表未达标。

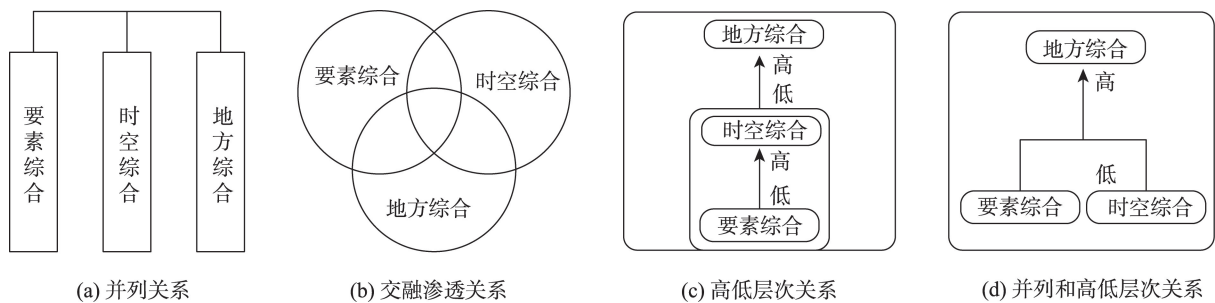


图1 地理综合思维成分的关系模型

Fig.1 Relationship model of geographical synthetic thinking components

的结构效度未能达标,这一结果并不影响测量量表用于测量学生的地理综合思维。原因在于,学者们从地理综合思维的外在形式角度提出的结构不失逻辑性和合理性,对应形式结构的地理综合思维测量量表本身具有足够的内容效度,完全可以测量学生的地理综合思维水平,包括其3个大类和6个小类的思维水平,测量结果可以用于样本个体的诊断分析、样本间的对比分析、发现样本地理综合思维水平的时间变化以及地理综合思维发展理论的实

证研究。

(3) 关于研究过程和方法的严谨性。地理综合思维认知结构的成功检验是需要以模型假说合理为前提、以样本能代表总体和准确测量为基础的。研究中未能证实地理综合思维的认知结构假说,直接反映了结构本身不合理的可能。但是,也需要客观思考和排除样本和测量等过程与方法的严谨性问题。本文中所用的测量量表的质量尤其是内容效度获得了实测数据的肯定,样本学校的分布较广

泛,有总体代表性,样本量较大可能使各种测量误差得以消解,但这并不能保证整个研究过程的绝对严谨。量表内容效度、量表整体质量、样本的代表性、测量过程的规范性、数据的客观性等仍可能存在不足。自陈式量表的自我评价方式本身也存在先天性问题。需要在今后的研究中更关注过程与方法的严谨性,提高结论的科学性。另外考虑到样本分布区的有限性,本文仍可能存在样本的总体代表性欠缺的问题。作为一项研究案例,此验证工作的结论只是为假说增加成立或不成立的概率,今后还有待更多的研究案例共同加强这项实证工作的可靠性。

(4) 关于地理综合思维内在认知结构的后续研究。正如宋长青等^[39]在论述新时代地理复杂性问题时提到的,从认知方法和思维角度来看,地理学发展还面临许多困境。地理综合思维形式类别的表面性,本质类别的隐蔽性,为深化地理综合思维研究、发展地理综合思维理论留下了知识生长的空间。马蔼乃^[40]和鲁学军等^[12]述及地理思维包括地理抽象逻辑思维、地理形象图像思维和地理创造性思维等3种类型,Ben-Zvi-Assaraf等^[17]述及地理系统思维的3个层次8个次级类型,Arnold等^[18]也推演得到了8个类型组成的地理系统思维结构,今后不妨从这些地理综合思维结构的“第7”假说出发,继续进行地理综合思维内在认知结构的探索和验证。

参考文献(References)

- [1] 周江陵. 综合思维方式初探 [J]. 南京政治学院学报, 1996, 12(3): 29-31. [Zhou Jiangling. The way of synthetic thinking. Journal of PLA Nanjing Institute of Politics, 1996, 12(3): 29-31.]
- [2] 张盾. 马克思哲学革命中的认识论问题: 以康德和黑格尔为背景 [J]. 哲学研究, 2021(3): 5-15, 44, 128. [Zhang Dun. The epistemological problems in Marx's philosophical revolution: Taking Kant and Hegel as background. Philosophical Research, 2021(3): 5-15, 44, 128.]
- [3] 傅伯杰, 冷疏影, 宋长青. 新时期地理学的特征与任务 [J]. 地理科学, 2015, 35(8): 939-945. [Fu Bojie, Leng Shuying, Song Changqing. The characteristics and tasks of geography in the new era. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(8): 939-945.]
- [4] 中华人民共和国教育部. 普通高中地理课程标准(2017年版) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2018. [Ministry of Education of the People's Republic of China. Geography curriculum standard of general senior middle school (2017). Beijing, China: People's Education Press, 2018.]
- [5] 王文洁, 张琦. 地理综合思维溯源 [J]. 地理教学, 2018 (12): 27-29, 58. [Wang Wenjie, Zhang Qi. Tracing geographical holistic thinking. Geography Teaching, 2018 (12): 27-29, 58.]
- [6] R J 约翰斯顿. 地理学与地理学家 [M]. 唐晓峰, 李平, 叶冰, 等译. 北京: 商务印书馆, 2010: 79. [Johnston R J. Geography and geographers. Translated by Tang Xiaofeng, Li Ping, Ye Bing, et al. Beijing China: The Commercial Press, 2010: 79.]
- [7] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域: 开放的复杂巨系统及其方法论 [J]. 自然杂志, 1990, 12(1): 3-10, 64. [Qian Xuesen, Yu Jingyuan, Dai Ruwei. A new discipline of science: The study of open complex giant system and its methodology. Chinese Journal of Nature, 1990, 12(1): 3-10, 64.]
- [8] 樊杰. “人地关系地域系统”是综合研究地理格局形成与演变规律的理论基石 [J]. 地理学报, 2018, 73(4): 597-607. [Fan Jie. "Territorial System of Human-environment Interaction": A theoretical cornerstone for comprehensive research on formation and evolution of the geographical pattern. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(4): 597-607.]
- [9] 陈述彭. 地理系统与地理信息系统 [J]. 地理学报, 1991, 46(1): 1-7. [Chen Shupeng. Geo-system and geo-information system. Acta Geographica Sinica, 1991, 46(1): 1-7.]
- [10] 郑度. 关于地理学的区域性和地域分异研究 [J]. 地理研究, 1998, 17(1): 4-9. [Zheng Du. A study on the regionality and regional differentiation of geography. Geographical Research, 1998, 17(1): 4-9.]
- [11] 鲁学军, 承继成. 地理认知理论内涵分析 [J]. 地理学报, 1998, 53(2): 132-140. [Lu Xuejun, Cheng Jicheng. Study on connotation of geographical cognition theory. Acta Geographica Sinica, 1998, 53(2): 132-140.]
- [12] 鲁学军, 周成虎, 龚建华. 论地理空间形象思维: 空间意象的发展 [J]. 地理学报, 1999, 54(5): 401-408. [Lu Xuejun, Zhou Chenghu, Gong Jianhua. On geographic spatial thinking in images: The development of spatial mental images. Acta Geographica Sinica, 1999, 54(5): 401-408.]
- [13] 郑度. 21 世纪人地关系研究前瞻 [J]. 地理研究, 2002, 21(1): 9-13. [Zheng Du. Prospects of studies on man-land relationship in the 21st century. Geographical Research, 2002, 21(1): 9-13.]
- [14] 王劲峰, 葛咏, 李连发, 等. 地理学时空数据分析方法 [J]. 地理学报, 2014, 69(9): 1326-1345. [Wang Jinfeng, Ge Yong, Li Lianfa, et al. Spatiotemporal data analysis in geography. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(9): 1326-1345.]
- [15] 陆大道. 地理科学的价值与地理学者的情怀 [J]. 地理学报, 2015, 70(10): 1539-1551. [Lu Dadao. The value of geographical science and the feelings of geographers. Ac-

- ta Geographica Sinica, 2015, 70(10): 1539-1551.]
- [16] 廖小罕. 地理科学发展与新技术应用 [J]. 地理科学进展, 2020, 39(5): 709-715. [Liao Xiaohan. Advance of geographic sciences and new technology applications. Progress in Geography, 2020, 39(5): 709-715.]
- [17] Ben-Zvi-Assaraf O, Orion N. Four case studies, six years later: Developing system thinking skills in junior high school and sustaining them over time [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2010, 47(10): 1253-1280.
- [18] Arnold R D, Wade J P. A definition of systems thinking: A systems approach [J]. Procedia Computer Science, 2015, 44: 669-678.
- [19] Schuler S, Fanta D, Rosenkraenzer F, et al. Systems thinking within the scope of education for sustainable development (ESD): A heuristic competence model as a basis for (science) teacher education [J]. Journal of Geography in Higher Education, 2018, 42(2): 192-204.
- [20] Fanta D, Braeutigam J, Riess W. Fostering systems thinking in student teachers of biology and geography: An intervention study [J]. Journal of Biological Education, 2020, 54(3): 226-244.
- [21] 韦志榕. 与老师们谈谈地理核心素养 [J]. 地理教育, 2016(4): 4-6. [Wei Zhirong. Talking with teachers about the key competence of geography. Education of Geography, 2016(4): 4-6.]
- [22] 林培英. 对高中地理核心素养中“综合思维”的理解(连载一) [J]. 地理教育, 2017(8): 4-6. [Lin Peiying. The comprehension of synthetic thinking in the key competence of geography (serialization one). Education of Geography, 2017(8): 4-6.]
- [23] 林培英. 对高中地理核心素养中“综合思维”的理解(连载二) [J]. 地理教育, 2017(9): 4-6. [Lin Peiying. The comprehension of synthetic thinking in the key competence of geography (serialization two). Education of Geography, 2017(9): 4-6.]
- [24] 杨勤业, 李双成. 知识经济时代的地理综合研究 [J]. 地理科学进展, 1998, 17(3): 17-22. [Yang Qinye, Li Shuangcheng. Geographical comprehensive study in knowledge-based economy age. Progress in Geography, 1998, 17(3): 17-22.]
- [25] 王民, 张元元, 蔚东英, 等. 高中地理核心素养水平划分标准研究(连载二): “综合思维”水平划分标准与案例研究 [J]. 中学地理教学参考, 2017(13): 28-31. [Wang Min, Zhang Yuanyuan, Wei Dongying, et al. The standard of dividing the level of the key competence of geography in senior high school (serialization two): The standard and case study of the level division of synthetic thinking. Teaching Reference of Middle School Geography, 2017(13): 28-31.]
- [26] 刘桂侠, 王建力, 王勇, 等. 地理学科核心素养实施现状的定量分析: 基于人教版高中地理教材微格教学中视频的内容分析 [J]. 教育理论与实践, 2019, 39(8): 51-54. [Liu Guixia, Wang Jianli, Wang Yong, et al. A quantitative analysis of the current situation of the implementation of core literacy in geography: An analysis of the video in microteaching of senior middle-school geography textbook published by People's Education Press. Theory and Practice of Education, 2019, 39(8): 51-54.]
- [27] 汤茂林, 黄展. Empirical Research到底是实证研究还是经验研究? 兼论学术研究的分类 [J]. 地理研究, 2020, 39(12): 2855-2860. [Tang Maolin, Huang Zhan. Can empirical research be translated into Chinese Shizheng Yanjiu? With a classification of academic research. Geographical Research, 2020, 39(12): 2855-2860.]
- [28] Rediscovering Geography Committee, Board on Earth Sciences and Resources, Commission on Geosciences, Environment, and Resources, National Research Council. Rediscovering geography: New relevance for science and society [M]. Washington D C, USA: National Academy Press, 1997: 30.
- [29] 郑晓东. 运用可视化思维工具培养地理综合思维素养 [J]. 中小学教师培训, 2017(2): 68-71. [Zheng Xiaodong. Using visual thinking tools to cultivate synthetic thinking quality of geography. The Inservice Education and Training of School Teachers, 2017(2): 68-71.]
- [30] 大卫·哈维. 地理学中的解释 [M]. 高泳源, 刘立华, 蔡运龙, 译. 北京: 商务印书馆, 2017: 540. [Harvey D. Explanation in geography. Translated by Gao Yongyuan, Liu Lihua, Cai Yunlong. Beijing, China: The Commercial Press, 2017: 540.]
- [31] 牛文元. 理论地理学 [M]. 北京: 商务印书馆, 1992: 3-4. [Niu Wen yuan. The theoretical geography. Beijing, China: The Commercial Press, 1992: 3-4.]
- [32] 邱鸿亮. 地理综合思维的四种综合水平: 基于SOLO理论的分析 [J]. 地理教学, 2019(5): 20-23, 48. [Qiu Hongliang. Four comprehensive levels of the geographic comprehensive thinking: Based on the analysis on the SOLO theory. Geography Teaching, 2019(5): 20-23, 48.]
- [33] Ben-Zvi-Assaraf O, Orion N. Development of system thinking skills in the context of earth system education [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2005, 42(5): 518-560.
- [34] Grohs J R, Kirk G R, Soledad M M, et al. Assessing systems thinking: A tool to measure complex reasoning through ill-structured problems [J]. Thinking Skills and Creativity, 2018, 28: 110-130.
- [35] Cox M, Steegen A, Elen J. Using causal diagrams to foster systems thinking in geography education [J]. Interna-

- tional Journal of Designs for Learning, 2018, 9(1): 34-48.
- [36] Cox M, Elen J, Steegen A. A test to measure students' systems thinking abilities in geography [J]. *European Journal of Geography*, 2018, 9(1): 105-120.
- [37] 卢晓旭, 陈昌文, 周世科, 等. 核心素养体系结构验证与课程承载分析 [J]. *教育发展研究*, 2017, 37(24): 64-71. [Lu Xiaoxu, Chen Changwen, Zhou Shike, et al. Structure of students' key competences system and analysis of development by curriculum. *Research in Educational Development*, 2017, 37(24): 64-71.]
- [38] 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, 2010. [Wu Minglong. Structural equation model: Operation and application of AMOS. 2nd Edition. Chongqing, China: Chongqing University Press, 2010.]
- [39] 宋长青, 程昌秀, 史培军. 新时代地理复杂性的内涵 [J]. *地理学报*, 2018, 73(7): 1204-1213. [Song Changqing, Cheng Changxiu, Shi Peijun. Geography complexity: New connotations of geography in the new era. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(7): 1204-1213.]
- [40] 马蔼乃. 思维科学与地理思维研究 [J]. *地理学报*, 2001, 56(2): 232-238. [Ma Ainai. A study of noetics and geographical cognized. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(2): 232-238.]

Cognitive structure testing of the geographical synthetic thinking: Based on the samples of senior high school students

LU Xiaoxu¹, LUO Xi¹, LU Yuqi², ZHU Zheng³, MI Xue¹, FAN Yali³

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

2. School of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China;

3. School of Geographic Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: Geographical synthetic thinking is the basic thinking for solving geographical problems. The concept definition and structural substantiation of this type of synthetic thinking are related to the standardization of its application in geographical research, as well as the correct cultivation direction of students' geographical synthetic thinking in geographical education. This study is an attempt to recombine subdivided categories and formulate cognitive structure model hypotheses of geographical synthetic thinking based on the three mainstream categories of factor synthesis, spatiotemporal synthesis, and regional synthesis. In this study, six cognitive structure model hypotheses of geographical synthetic thinking were formulated. Then the geographical synthetic thinking scale was compiled and was repeatedly revised and tested in 2017. The test results demonstrate that the scale has high reliability and good content validity. A scale structure test can be further carried out to verify the structure hypotheses of geographical synthetic thinking. From 2018 to 2020, the authors used the geographical synthetic thinking scale to collect the geographical synthetic thinking level data of 2,793 student samples from eight high schools in Shanghai Municipality and Jiangsu, Hubei, and Guizhou provinces. The samples were widely distributed and were representative. Using the exploratory factor analysis method in SPSS 23.0 software and the confirmatory factor analysis method in AMOS 22.0 software, the cognitive structure hypotheses of geographical synthetic thinking was tested. The structures extracted by exploratory factor analysis are dissimilar to the six structures in the hypotheses, while the main fitting indices of confirmatory factor analysis reflect that the six structure hypotheses and data fitting are not ideal. These results indicate that factor synthesis, spatiotemporal synthesis, and regional synthesis are external forms of the cognitive structure of geographical synthetic thinking, which represent the synthetic, systematic, and dynamic thinking characteristics of this type of thought. The internal cognitive structure of geographical synthetic thinking that reflects the essence of psychological development needs further study to be correctly established.

Keywords: geographical synthetic thinking; cognitive structure; factor synthesis; spatiotemporal synthesis; regional synthesis; structural testing