

# 地理学中的科学方法

Alan Hay

地理学中科学方法的文章面对着四个读者群。第一个读者群主要是由自然地理学家所组成，他们认为他们的学科是自然科学的领域之一，因此他们对于科学方法的合理性是无所怀疑的。第二个读者群是人文地理学家，他们认为科学方法对社会科学这一学科是适宜的，尽管他们认识到，这种运用引出了某些在经典自然科学中如在物理学及化学中所未曾碰到的问题。第三个读者群，包括那些主要从事人文地理的地理学家，他们认为，地理学这一主题使科学方法或准科学方法在这里不相适应。就在最近，又涌现出了第四个读者群，他们探索着将马克思主义方法运用于地理学，并认为这些方法是科学的，虽然在经典自然科学的形式中并非如此。为理解这些不同的观点，我们有必要弄清科学思想和科学实践的主要元素，勾勒出并不总是为科学家所注意的一些科学方法中的哲学问题，以及去检验科学方法运用于地理学及类似学科过程中所出现的其他问题。作者认为，这种描述无论是现在还是将来都会适用于自然地理学和人文地理学。

**科学思想中的一些关键元素** 科学工作常常有四个可以识别的关键元素——理论、规律、逻辑和还原。下面将考察这些术语的含意。

理论意指一个有机的而且相连贯的主体，这个主体是假定的，有论据的，它用来指导解释单一的理论（魏格纳的大陆漂移理论就只从一个世界考虑）或者一整组的现象（气团理论）。自然科学通过运用复数的理论，因为两个或更多的相互对应的理论会对同一类现象作出相互竞争的解释，并且也因为这些类似的但又互不连贯的理论被用来说明不同的现象。因此，并不存在一种囊括一切的普遍理论的需求。

科学思想的第二个主要元素——规律，包含在对这种理论的简洁描述中。如同理论一样，科学家中亦存在着寻求囊括普遍现象的范畴的规律的趋向。酸之能被碱中和的说法较之硫酸之能被氢氧化钠中和之说更有概括性。

科学中还存在着对决定论规律的偏爱：只要A、B存在，便会出现C之规律。但人们认为，有些规律具有概率形式。

然而，规律并不是唯一的一种运用于科学理论中的连接陈述，的确，纯粹由基于经验和试验规律而构成的理论总会遭人冷遇，如果所能展现理论中的多数的规律及其他环节是由很少的基本假设和规律逻辑地导出，这将是更为令人满意的。科学家们历来倾向于运用数学（代数和几何）语言表达和发展逻辑，但其他的抽象语言也得到运用（如化学方程式和链式图解）。

科学思想的最后关键元素是还原——即一学科的诸规律和理论能作为一个更普遍的学科规律的特殊情况而得到重新表述。例如，论证气象学是物理学的特殊形式，风化作用是应用化学的一个实例。因此一些作者认为，全部社会科学都可以还原为心理学。在地理学中也有类似的还原主义，从土壤地理学到土壤化学，从而导出分子行为的研究；从城市地理学到家庭、个人的行为从而还原为心理学。

**科学实践中的一些关键元素** 为科学实践的第二个关键元素确定最佳的术语是困难的，因为所有被经常运用的词都包含着特定的有争议的寓意。但是检验（Test）这个词似乎被运用得最广泛。在这种新环境下是起不了什么作用的。

陈小钢节译自《The many facets of Cartography》ITC JOURNAL, 1987—1 刘岳校

多。

科学实践的第二个元素——成功的预言是科学的标志。预言有两个不同的方面：第一，有一个逻辑的原由，如果C是一个有效的解释——因为A而且B所以C——那么这个有效的解释也可被用作预言：“如果A且B则C”。第二，无论是无条件的（太阳在18点30分落山）还是有条件的（如果你每公顷运用Y吨肥料D那么作物产量将增加百分之X）形式中，成功的预言可能是一个有效的工具。

科学实践的第三个元素——测量。测量首先是在描述的意义出现的。因为自然界的一些主要特征是由度的不同引起的（考虑气候的温度），而且自然界的这些重要特征不能很好地被定性范畴所把握（热和冷比摄氏温度携带着更少的有用信息）。因此，大量的科学成就被奉献在发展测量现象特征的方法上。在地理学的众多成就中，被同等对待的一个成就就是对土壤水分蒸发蒸腾损失总量、土壤肥力和经济发展水平的测量。

**科学方法中的哲学问题** 许多年来假定检验的功能是证实假说的真实性，并且用来推断出所获得理论的真实性。这种方式被称之为证实。因此，例如在牛顿的《原理》发表250年以来，大量的观察证实了牛顿的理论。然而，20世纪人们发现牛顿的整个物理学框架被现代物理学所推翻（特别是相对论）。牛顿物理学从来就没有证实为真的，它之所以幸存下来是因为它没有被证明为假。波普（1959）引进证伪概念取代证实。在这个新概念下，所有的理论都被认为是暂时的——是还没有被证伪的关于自然现象的逻辑系统。

但是证伪主义的主张也有它自身的逻辑缺陷。特别假定观察是正确的，并且假定允许在一个已经被验明的理论里有严重的谬误。作为第一点的一个例子，查尔默斯（1978）谈到了这样的观察：当月亮在靠近地平线时它好象显得大些。在古代欧洲的思想中，这被认为是反驳月球运行轨道是圆形的决定性证据。但是现在知道这种观察结果是一种错觉，而它证伪的含义就不能被接受。在地理学的事例中，条痕的存在可以被看作为证伪了这种主张，高原地区在更新世没有被冰冻，因此这种被指称的条痕的时期及其存在也许会招来疑问。

另一方面假定一个经过良好检验的理论预言了一个未能发生的结果。这种失败也许归因于这种理论的根本性的谬误，或者是由于在一个派生的研究假说中的一些低层的逻辑错误。假说的证伪需要探究一下谬误的等级，不能立即抛弃全部理论（查尔默斯，1978）。例如，如果石灰岩地区没有显示出任何特征的溶解形态，这也没有证伪关于石灰岩地形的一般概念，而是引出了一个问题：有那些其它的可变物（气候、阻碍溶解这种岩石的化学成分）已经表示出这些概念的不适用。

在这个领域里的最后一个问题是由几率陈述的存在造成的（一个拥有六面的骰子扔掷的几率是0.1666），因为在逻辑上它们从来不能被确定性的证实或否定。然而，它们是重要的。

证实和证伪之间的讨论使人们更加混乱，因为没有一种药方完全适用于专业科学家和科学团体的观察行为。在一些情况下，抛弃维持了一段时间的理论会遇到极大的反抗。因此，科学家宁愿调整他们的理论以企图掩盖矛盾性的结论，而不是遵守证伪主义的逻辑。

这些变化已经导致了一些作者更多地注意科学变化的历史概念。在他们当中最著名的作者之一是库恩（1970），他引进了范式和常规科学的概念。库恩的信念是，一门学科的大多数实践者正在一个多种理论和方法的框架（范式）里工作，并和这些理论和方法一起构成常规科学。当危机发生时，常规科学被推翻，这种危机也许明显地来自于矛盾的结论（理论被证伪），或者是来自于现有方法在解决这门学科的中心问题时显得软弱无力。这种危机通过范式的转变和新阶段的常规科学的产生而被重新解决。但是这种危机是不经常的，一个特定的范式能够持续几十年甚至几百年。

约翰斯托恩（1977）在讨论地理学内部的转换时已经采用了库恩的术语。然而，库恩的分析涉及到在一个单一传统内关于知识性质的变化。还不清楚的是，库恩是否想把这种转换也归于两

种完全不同的知识理论之间的转换，在人文地理学中，这种转换已经具有最新变化的根据。

**科学方法在地理学中的应用** 最近25年已经持续地看到关于科学方法在地理学中应用的讨论。一种意见认为，科学方法应该引进到自然地理学和人文地理学中，另一些地理学家主张，这门学科在某种意义上是一门特殊的学科，这门学科也许不需要科学方法的约束。这种讨论起源于19世纪，并由哈茨霍恩（1939）所总结。尽管从1960年以来在这一时期的重要讨论中，看到了地理学研究应用于准科学方法的强有力的论述，并且大量的自然和人文地理学的教科书已经展示出对理论、规律、假设、测量和统计检验的需要。但是这些热心的实践者和拥护者常常没有意识到在科学探讨中的内在问题，没有清楚地识别由于它的地理应用所形成的其它问题。这些问题的大多数导源于两个孪生的事实：地理学作为一个整体涉及到多变的开放系统，人文地理学涉及到知识的学科。

许多年来，在独特性这个术语的下面，第一个问题已经被地理学家所认识。重要的地理现象经常是特性和因果关系的混合物。例如，一本初级的土壤地理学教科书，勾勒出15个土壤必须充分描述的特征。产生这些因果关系的过程包括物理学、化学和微生物学中的机械论。由于这些可变因素很少有可能验明，两个完全不同的土壤地点——即使他们看来似乎完全相同，他们的地理空间位置是不同的。得出这个结论是地理学涉及的独特事件，规律和理论形式的普遍化是注定要失败的。

第二个结论，地理系统是一个巨大的开放系统，对于这样一个系统进行实验性的检验是困难的。这个地理系统的巨大规模（大气层，江河流域，城市）使这种实验室实验不可能。按比例缩减这个系统可能以一种未知的方式改变它的性质。即使这个系统能够在实验室里重建，实际上也没有保证把所有相对应的变量包括在这个实验描述中。科学术语的第二个最好的解释是野外实验，但很难保证被认为变化的可变因素就正是那些被考察的因素，并且，人文地理学中的某些实验常常在政治上和道义上难以接受。在野外实验中和在一定的野外资料的收集，许多外部变量的控制是通过纯粹的统计方式获得的。当其它变量保持恒定时，这种实验在理论上允许两个变量关系的隔离。然而，即使这些方法能够唯一的保持记录永恒的变量，而对那些没有被认识和没有被记录的其它变量的可能结果是没有办法控制的。

地理系统的多变性质的第三个结论涉及到来自其它学科的理论应用。这些应用可能是合成的（从其它学科拿来的理论影响地理问题的企图），或者是还原主义的（作为其它学科的一般理论的特殊情况解释地理关系的企图）。如果超过另一个学科所包含的范围，每一个都用一个分析标准，一致的概念结构和定界，而这些概念结构和定界也许不一致，或者与地理学有术语之间不一致，这样的借用是特别困难的。对于这种一般的地理解释人们往往采用某一个作为核心理论构架来源的学科，并且运用来自其它学科的理论来修改这个核心理论。可是，存在的问题是，地理学中最流行的理论要求许多自然科学和社会科学知识。正是这样一个疑虑使得大多数地理学家不愿意（也不能够）在最高的水平上从事宽广的学科。

科学方法在地理学中的应用所引起的一个完全不同的问题是由于观察者和被观察对象的干扰，这个问题在实验室科学里也常被遇到。但是在设计实验时将这种影响减少到最低的限度是完全可能的。在通常的意义上它只发生在自然地理学中——在一个小溪里安装一个测量装置的方式干扰水流，挖一个小坑放下几片钙、磷酸盐的行动也许可以增加或减少他们以后的溶解比率。这个相同的问题在人文地理学中（包括在所有的社会科学中）产生了两种更为尖锐的形式：首先，如果在一个观察者面前知道这个行动者（或是以一个观察者的角色，或者是作为一个绝对的局外人），它也许会在行动上有意地或无意识地导致短期的改变。这样的观察结果将不是典型的正常行为。第二，观察者和被观察者之间的相互影响（在当时的观察或研究的结果被公布之后）可能产生长久的改变。这种改变不再被另外的人所想到。如果这种变化有助于一个研究假说，那么一

个错误的研究假说可能得到荒谬的证实，如果与这个错误的假说相对应的是一个正确的假说，那么这个正确的假说也许会得到错误的否定。

**将来的科学地理学** 这篇文章的主要焦点是，通过在广阔的范围内对这些科学方法进行辨护，以及科学方法在地理学中的应用和把科学方法作为一个获得有用的可靠的知识方式来理解科学方法和它的问题。这篇文章没有再考察由于反对地理学中的科学方法（特别是在人文地理学中）而提出批评的那部分内容。这个最后部分是以轻视这种批评的信念而写的。正确的和错误的科学方法将都被保留在自然地理和人文地理学中是由于以下三种原因。第一，虽然唯科学主义是错误的和危险的思想体系，但是科学方法有能力提供一个协调的可实验的关于地理现象本质的理论。第二，科学方法仍然具有吸引力是因为它在许多方面是一个被整理的、逻辑的、相关联的展开，这种展开包括根据经验改正理论和假说的意愿。最后，特别是作为这两点的一个推论，一种科学类型的知识是通过社会为了达到控制社会和自然系统的目的所获得的（如果地理学不能提供这些知识，其它的学科将填充这个间隙）。

但是，将来的科学地理学不可能由于所有的批评而不受影响，并且被保持的这些元素将被修改。作为一个结论的理论和规律在地理学中将有两个方面。他们当中的许多在某种意义上是派生的，他们详细说明了已经建立的同一性质的学科（自然科学和社会科学）的地理现象的理论应用。的确，这些理论有能力或没有能力为地理学的解释提供根据也许是作为研究纲领的全面价值的一个检验。但另外一些派生的理论也许为特定的地理学理论和规律提供一种需要。这些特定的地理学理论规律基本上是合成规律，详细说明这些派生的规律相互影响产生的多方面的现象，地理学家就是要寻找对这些现象的理解方式。这些合成规律起作用的水准也许要比派生的规律和理论起作用的范围要广泛得多。验明大量的派生理论的范例是可能的，因为它已经被用于地理学中。经济位置的理论用于经济学的概念（要求常态曲线，长期的平均成本曲线）并且在地理空间中寻找应用。以类似的方式，地理学上风化作用的研究适用于在固定的温度和湿度条件下，关于那些特定的母体岩石的化学合成物的离子和阳离子的化学。这个例子使人联想到，虽然一些地理学上的问题需要“空间的规律”，但不是所有在地理学中派生的理论都牵涉到空间关系。在现行的地理学工作中验明合成规律是不容易的，但是一些选择理论的最新应用对目标的选择和移动方式共同引起的经济的和非经济的变量在一个选择的微积分里似乎比单纯的经济学术语的解释要有说服力。

这两种理论和规律的运用都意味着对还原论的开放——一种接受还原的意愿而不是一种所有的地理学问题都在还原主义的术语中能够并必须解决的假定。它也意味着采用这类逻辑的开放方式。许多同性质的学科（物理学、化学、经济学）他们自己依赖抽象的逻辑，并且抽象语言已经用极端有力的事实证明，很可能使这种语言将被运用于地理学中。艾伦·威尔逊（1974）的工作是重要的，正好因为他已经显示出一种抽象的数学语言是如何能够把完全不同的部分即城市和地区系统结合在一起。但抽象逻辑的开放性（像数学）务必不允许把地理学的理论这些变量和不能代表的概念（如地形的特征）拒绝在外。按同一标志的地理学必须对新的也许是更灵活的语言的引进保持开放。阿特金已经证明，对于人类事务应用数学已经发生的许多问题是因为摆脱不了十九世纪数学的不同功能的偏见和太少注意这种集合语言及拓扑学。

地理学的这种实践水平需要更多的保留这些科学方法的元素。研究假说，假说的检验和作为检验手段的预言将被需要。但是，任何一种观察的装置最后的证实和最终的证伪一个理论的想法是不能保留的。

将来的科学地理学要求测量手段的保留、进化和精确，而测量手段的保留，进化和精确则需要由这些必然发生的地理学理论和这些由地理学理论所产生的同类性质的学科来指导，这也似乎是不可避免的。这就更需要一种开放的状态。测量的水平和形式必须和一个特定的研究方式相适应。这些测量资料的收集将由统计分析的持续需要而获得支持。尽管如此，再一次的开放对于新

# 由风成地貌揭示的北美洲中部晚冰期环流

戈登L. 威尔斯

摘 要

晚冰期风成地貌(沙丘、风蚀脊、风蚀盆地等)的大陆调查——根据陆地卫星成象和高空航空摄影,已经有可能详细的重建北美中部威斯康星冰期之末的气流。在北美中部已识别出晚更新世风成地貌450多处。把这些风成地貌的走向与毗邻的现代沙丘进行比较,同时也与遍布美国和加拿大南部的167个气象站计算的沙玫瑰图结果(Sand rose resultants)进行比较。

在许多地区,晚冰期地风方向与现代环流有 $40^{\circ}$ — $90^{\circ}$ 的相位差。放射性碳年龄测定表明,风成活动的极盛期出现在距今约11000年。分布于大陆的残存风成地貌使有可能重建对流层上部晚冰期环流型。控制体系是中纬度地区(北纬 $40^{\circ}$ — $50^{\circ}$ )的三个行星波,而现代环流典型地呈现出四个或五个波。在中纬度地区持续的三个罗斯贝波产生的气候影响包括:增加了从落基山脉东部到大西洋沿岸广大地形引起的低压槽地区内的干旱;为美国西部的盆地和山脉区增加了水汽的供给。最后,讨论劳伦特(Laurentide)冰原质量平衡模式的含义。

一、引言 在过去的十年中,曾经提出若干种模型来解释最后一次冰期不同阶段的大气环流(Lamb和Woodroffe, 1970年; Williams等人, 1974年; Gatas, 1976年; Manabe和Hahn, 1977年)。这些模型不但对重建冰期夏、冬两季气温和全球环流型的可能标准,而且对验证最后一次冰期期间环流的电子计算机模拟结果都特别强调古生态证据(花粉和有孔虫群体)。在冰川气候的愈来愈复杂的电子计算机模拟已发展时,几乎不注意由风成地貌提供的环流和水量平衡变化的直接证据。

陆地卫星成象和国家航天和航空局U—2 高空航空摄影使以大陆尺度绘制风成地貌(沙丘、风蚀脊、风蚀盆地等)图成为可能。北美中部晚更新世风成活动在高平原、东海岸和美国西北部的景观留下了很有特色的特征,人们已经识别出遍布于美国和加拿大的150多处晚冰期风成地貌。

用过去风成活动证据检查墨西哥、美国和加拿大的陆地卫星图象(在1:500000比例尺地图上)之后,用高空航空照片详细检查可疑地区。随后,在可能有风成地貌的地点进行广泛的实地调查。为了发展风成地貌年代学,详尽无遗的搜集文献资料来补充这些研究,把残存风成地貌与放射性碳年代、地层剖面和古生态资料联系起来。

二、沙丘、沙玫瑰图和现代环流 试图重建晚冰期环流型之前,必须了解现代地面风与形成风成地貌之间的关系。6米/秒以上运动的风可以把平均粒径为0.3毫米的沙粒带走,此风速是根据世界气象组织规范,由安置于支架上离地面10米的仪器测量的(Fryberger, 1979年)。沙丘原大  
技术将是需要的。

这些将来的科学地理学的建议不打算排除所有的其它研究方法以及在这门学科中的讲授。即使是最坚定的科学方法的拥护者也常常会承认这种可能性,人文主义和现象学的方法也许会产生出有价值的新见识而进入到地理学现象的本质中。许多学者仍然相信,方法学上的异端(允许根本不同的方法在这门学科中共存)是合乎需要的。无论怎样,意在保护科学方法在这门学科中的一个位置。因为没有它,作者深信,地理学将停止对地球表面和在地球上的个体活动提供有说服力的解释。

张祖林摘译自《The Future of Geography》, 1985