

现代地貌学基本思想的认识和发展*

刘希林¹, 谭永贵²

(1 中山大学地理科学与规划学院, 广东 广州 510275;
2 广西贵港市覃塘区樟木乡高级中学, 广西 贵港 537127)

摘要: 在总结地貌学传统基本理论并结合现代地貌学研究成果的基础上, 提出了地貌含义的新的理解和地貌系统的整体观。地貌是由形态、组成物质、作用过程和边界条件4个组成部分互相依存、互相作用, 并要求相互适应而构成的整体。这一新的地貌含义加入了形态和边界条件两个因素, 从而不同于传统的“地貌是构造、营力和时间的函数”的表达模式。建议“时间”可以不作为影响地貌发育的因素, 这样就为“地貌是三维空间和时间组成的四维空间的总体”这一说法赋予了新的含义。还提出地貌的发展演变是地貌各组成部分不能相互适应而出现的“非平衡态”过程, 时间并不是地貌发展演变的动力。自然界处于“平衡态”的地貌是存在的, 自然界地貌各组成部分总是具有一定程度的相互适应, 因而总是具有一定的稳定性, 这也是现代地貌学能够进行定量研究的基础。边界条件是控制地貌发育的关键因素, 地貌发展演变的方向是由地貌的初始状态(形态)和边界条件决定的。

关键词: 地貌学基本思想; 地貌系统整体观; 地貌边界条件; 地貌发展演变; 地貌平衡态

中图分类号: P642.23 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-6579(2012)04-0112-07

Recognition and Development of Basic Ideas of Modern Geomorphology

LIU Xilin¹, TAN Yonggui²

(1. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;
2. Zhangmu Township High School of Guigang City, Guigang 537127, China)

Abstract: This paper mainly discusses the recognition and development of basic ideas of modern geomorphology. Based on the summary of traditional geomorphology theory and research achievements in modern geomorphology, it puts forward a new explanation on the meaning of landform and integral view of geomorphic system. Landform is an interrelated and co-adapted entirety, composed of morphology, composition materials, geomorphic process and boundary conditions. This new interpretation of landform is different from the traditional genetic mode, which regards landform as a function of geologic structure, agent and time. This paper does not suggest that time as a factor of geomorphic evolution, then, it can provide a new understanding on the statement that landform is a complex of four-dimensional space which consists of three-dimensional space and time. In this study, geomorphic evolution is a “non-equilibrium state” process, which is caused by the maladjustment among the four geomorphic elements, and time is not the drive power of geomorphic evolution. The “geomorphic equilibrium state” does exist in nature, which is also the basis of quantitative research in modern geomorphology. Boundary conditions are critical factors that control the geomorphic evolution process, and geomorphic evolution direction is decided by original geomorphic features and boundary conditions.

Key words: basic ideas of geomorphology; integral view of geomorphic system; geomorphic boundary conditions; geomorphic evolution; geomorphic equilibrium state

* 收稿日期: 2011-12-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41071186)

作者简介: 刘希林(1963年生), 男, 教授, 博士; E-mail: liuxilin@mail.sysu.edu.cn

现代地貌学经历了100多年的发展历程。在地貌基本理论的发展史上,曾经有过卓越的地貌学家台维斯(1850-1934年)、彭克(1888-1923年)和金氏的杰出贡献。台维斯和彭克被誉为现代地貌学的奠基人。前苏联地貌学家马尔科夫评价认为^[1],能在地貌学理论方面留下深刻足迹者只有两人,就是台维斯和彭克,他们对地貌学的观点作了一番新颖全面而又系统的阐述。20世纪50年代以后,地理学界出现了“计量革命”,新的数量化手段开始越来越多地在地理学中应用^[2],物理、化学、系统科学等相关学科的知识和原理也被引入地貌学,地貌学开始更加重视现代地貌过程的研究,朝定量试验、越来越深入和精细的方向发展,兴起了许多动力地貌的分支学科^[3]。不断深入的对现代地貌过程的研究也带来了思想上的新探索。在河流动力地貌领域,发现了冲积河流的“动态平衡”,这是一种不同于传统演化思想的观念^[4-5]。20世纪50年代,Schumm^[6]提出了河流地貌中的地貌临界值与流域系统的复杂反应。高量值低频率的作用过程和突变过程在地貌发展演变中的作用被重新提出来,引起了学术界的高度关注^[7]。当今地球环境灾害日益加剧,各种突变过程、高量值过程的出现越来越多^[8-9]。但是这些在以定量试验为基础的现代动力地貌过程研究中的新发现,以及提出来的具有新思想意义的观点,都还没有上升成为地貌学的基本理论。

现代地貌学发展虽然很快,但基本理论的发展却处于长期滞后的状态。20世纪80年代国际地貌学界开始呼吁发展地貌基本理论^[10]。一方面,地貌学已经具有了发展基本理论的有利条件,传统的基本理论学说的成就,几十年来大量的地貌研究成果,尤其是以定量试验为重要手段的动力地貌的日益深入研究,为新时代地貌基本思想和理论的总结和发展提供了充分的基础;另一方面,部门地貌学不断深入和精细,也要求地貌学整体基本理论向前发展,以便提供更为广阔的认识视野和更高层次的整体性理论指导。我国老一辈地貌学家王乃樑、沈玉昌、罗来兴、杨景春、王钟山等,非常关注地貌学基本理论的发展,给予后学以热情支持和殷切期望。此文即是作者对现代地貌学基本思想发展历程的思考和体会,抛砖引玉。

1 地貌系统

目前地貌学的基本思想还没有超越台维斯奠定的基本框架。如何建立与现代地貌学研究和当今社

会发展需要相适应的基本思想和基本理论,从20世纪80年代以来一直是国际地貌学界试图突破的问题^[11]。它的突破点在哪里?可以归结为对“地貌”含义的理解,这是地貌学的根本所在。本文认为,地貌是由形态、组成物质、作用过程和边界条件4个组成部分互相依存、互相作用,并要求相互适应而构成的整体。这就是地貌系统(地貌含义)的整体观,也是地貌学的基本命题。

1.1 地貌(系统)含义的历史认识

早期人们把地貌只理解为形态,地貌就是指地球表面的形态,即地形。后来对地貌的认识由形态发展到成因,也就是台维斯所说的由“形态描述”到“解释性描述”,地貌的含义就成了“形态和成因的结合”。地貌成因主要从内力和外力两方面去研究,表达为“地貌是内、外力相互作用的结果”。台维斯对地貌理论的最大贡献,一是对地貌含义的认识,提出了著名的三项式公式:“地形是构造、营力和时间的函数”^[12]。二是建立了在一定假设条件下的地貌侵蚀循环理论(发育模式)。这里“构造”是指内力作用,包括静态地质构造和岩石,“营力”是指外力作用,也叫过程,“时间”是指地貌发育的时段,也叫阶段。台维斯关于地貌发育因素的认识,包括了内、外力作用和组成物质,其独特之处是把“时间”作为影响地貌发育的因素。在地貌发育的边界条件(气候、构造运动、区域侵蚀基准面)长期处于相对稳定的条件下,地貌形态会随着时间(发育阶段)的不同而不同,因此“时间”也成了地貌发育的因素。台维斯特别强调从(时间)演化的方向来研究地貌,成为地貌演化学派的先驱。20世纪50年代以前的地貌学基本理论都属于演化学说。

1.2 地貌系统发育过程的进一步认识

随着地貌学研究的逐步深入,地貌学家更加明确地认识到组成物质是影响地貌发育的因素之一,我国地貌学家曾昭璇教授还专门写了一本《岩石地形学》^[13]。地貌学家广为认同内力、外力作用和组成物质是影响地貌发育(形成)的3大因素。本文在此提出“形态本身也是影响地貌发育的因素之一”,以供讨论。

形态和成因的关系,不只是单方向的由成因形成形态,同时形态也是影响成因的因素之一,二者相互作用、相互依存。台维斯地貌侵蚀循环发育模式表明,形态随着时间的变化而变化。形态是作用过程的产物,形态随时间的不同,应该是作用过程随时间的不同而导致的。作用过程在地貌侵蚀循环

演化中,确实随时间而变化,例如河流地貌的壮年期,水流能量大,水流侵蚀作用强烈,形成高山峡谷地形。往后,水流能量减小,水流侵蚀作用减弱,地形变得低缓。那么在地貌发育的边界条件保持不变的情况下,是什么原因造成了作用过程随时间的不同而不同?实际上正是“形态”本身在起作用,因为河流地貌壮年期地势高差大,同样的降雨产生的水流能量和作用强度就大,以后随着地势高差的减小和坡度变缓,同样的降雨产生的水流能量和作用强度就会变小。可见“形态”确实影响着地貌的作用过程,也就成为地貌成因中的一个因素。地貌形态随时间的变化,很容易错觉为“时间”在对地貌发育起作用,从而把时间也作为影响地貌发育的一个因素,实际上这只是一个表象而已。

时间不是影响地貌发育的因素和地貌发展变化的原因,时间只是地貌存在状态的一个坐标而已。爱因斯坦相对论认为,时间是一个相对的抽象概念。事物随时间的变化,只是事物变化随时间的表现形式,并不是时间在起作用。就像某一变量随时间变化的曲线那样,时间只是这个变量的状态标度,并不表明时间就是造成这个变量变化的原因。比如说,一个人随着年龄的增长而慢慢变老,实际上不是时间使人变老,而是人到了一定年龄后,随着时间的推移,人体的各种机能在慢慢退化,是人体机能的老化而使人变老。地貌随时间的变化并不是时间在起作用,而是地貌各组成因素相互作用产生的结果表现出地貌状态随时间变化了。地貌状态可以随时间而变化(调整、发展演化的状态即非平衡态),地貌状态也可以不随时间而变化(平衡态)。台维斯的准平原、金氏的山麓夷平面、冲积河流的动态平衡,都是不随时间变化的“平衡态”或“准平衡态”。如果时间真是影响地貌发育的因素,那么地貌就会时刻都在变化,如果地貌时刻都在变化,那么就无法进行地貌的精确测量和定量描述,也无法达成对各个阶段地貌特征的统一认识了。通常所说的地貌是三维空间和时间组成的四维空间的总体的说法,与上述观点并不矛盾,用四维空间的四维(从时空状态)来研究地貌,可以重建地貌演变过程,预测地貌发展趋势。

本文提出将“边界条件”作为影响地貌发育的因素之一,特别强调边界条件对地貌发育的意义和控制作用。地貌边界是指研究对象的四周边界,它包含的地域叫“本地域”。凡是本地域以外的,对本地域地貌形态、组成物质和作用过程有影响的

所有因素和条件,都是本地域地貌的边界条件。地貌边界之外的相邻地域也是本地域的边界条件。地貌边界是立体的,但是为了研究方便通常将其简化为平面边界。地貌边界是自然边界,也有为了研究需要而人为圈定的边界。

地貌边界条件范围可以很广,例如气候、植被、上游的来水来沙,下游的河道与侵蚀基准面、地貌底部的基底条件、乃至本地域以外的地貌形态、组成物质和作用过程,也是本地域的边界条件。边界条件对地貌的形成发育和发展演变具有控制作用,是影响地貌发育的重要因素。越是精细的地貌研究,就越要依赖于对边界条件的认识深度。

可能有人把本地域作为一个系统,本地域的地貌边界就成了系统的边界,地貌边界以外的边界条件就成了(本地域)系统以外的东西,这只是以系统论观点认识地貌的一种认识角度而已。地貌就是一个开放系统,这一系统与外界有着广泛而又密切的物质和能量交换。本文与上述认识角度不同,这里的“地貌”不仅指本地域(的形态、作用过程和组成物质),而且包括了本地域以外的边界条件,它是本地域和它的边界条件构成的整体。因此,影响地貌发育的因素可以归结为形态、组成物质、作用过程和边界条件。河流动力地貌是地貌学研究中最深入的一个领域,它清楚地揭示出边界条件对河流地貌的发展变化和各种河型的形成与转化的制约作用^[14]。许多灾害地貌例如滑坡和泥石流,从边界条件(临空面和地形坡度)进行人为调整,也是治理地貌灾害的有效措施^[15]。在地貌文献中,常常看到地貌学家在论述地貌过程之前,要先行论述地貌发育的地质和自然地理条件,地质条件中的岩石和静态地质构造属于组成物质,新构造运动属于内力作用,这些都是地貌边界条件的一部分。

离开了边界条件,要把地貌的平衡态以及平衡与演化的关系认识清楚是困难的。平衡态的形成,大多数必须在边界条件不变的情况下才能出现。当边界条件发生变化时,如果原来的形态和组成物质与新的变化了的边界条件不相适应,那么原来的平衡态就要转化为调整态。例如已经达到平衡态的冲积河流,只要边界条件有变化,就会进入调整态。平衡(均衡)河流的概念很早就有,它是指既没有侵蚀又没有堆积的河流,也就是河流的形态没有变化了。台维斯在地貌侵蚀循环理论中认为,河流到了壮年期就达到了平衡,可是又认为平衡河流的坡度随着循环的进行而必须改变^[12]。河流到了壮年期,既然达到了平衡,侵蚀和堆积没有了,又哪

来的形态变化？怎么会有河床纵比降必须改变？台维斯由于当时对边界条件的作用认识不够，所以也没能把河流地貌的平衡态讲清楚。冲积河流的平衡态一定要在边界条件不变的情况下才能形成和保持。壮年期河流在某些时段，其边界条件不变或者稳定，达到了平衡态，但整个壮年期河流流域仍在演化，河流的来水来沙等边界条件还在不断变化，所以河流在某些时段达到平衡态以后，又会因为边界条件的变化而进入调整态，继续产生形态的发展变化，出现河床纵坡进一步变小的情形。只有到了准平原阶段，整个流域完成了全部调整过程，达到了地貌整体的平衡态，这时河流的边界条件就不再改变了，河流也就能够保持在平衡态。所以，只有充分认识了边界条件，才能把地貌的平衡问题认识好。

1.3 地貌系统的整体观

地貌的作用过程是来自于边界条件的作用动力与形态和组成物质之间相互作用的过程。进一步探讨它们之间的关系可以发现，它们是相互作用、相互依存的整体。当看到一条山区峡谷，会想到它是由急湍汹涌的水流侵蚀形成的。进一步探讨，急湍汹涌水流的形成首先与它边界条件有关，是山区峡谷这种比降大的地形才赋予了水流强烈的侵蚀能量，是“形态”对水流的作用才产生了这种急湍汹涌的水流。所以说，不只是水流单方面作用于形态及组成物质而形成了地貌形态的过程，同时也是一种双向作用过程，即水流与形态和组成物质相互作用的过程。河流地貌学研究成果表明^[16]，河床的形成与演变过程也就是挟沙水流与河床的相互作用过程。水流塑造河床，河床约束水流，二者相互制约，相互依存。水流塑造出一定的河床形态，河床形态一经塑造出来，反过来会影响水流的结构和流速场的分布。之所以形成这样一种水流动力，其中就包括了形态对水流的作用。

以海岸动力地貌发育为例，进一步分析和阐述地貌系统的整体观。从外海传来的波浪在进入海岸带以前，它是属于海岸地貌的边界条件，当它进入海岸带即进入地貌边界以后，就开始与海岸带的形态与组成物质产生相互作用，海岸带的波浪就成了海岸地貌的作用动力。在地貌边界内（海岸带），海岸波浪时刻都在作用于海岸的形态和组成物质，形成了与之相适应的海岸地貌，同时海岸波浪也受到海岸形态、组成物质的作用，使波浪在传播过程中发生变形、破碎或折射，形成了破浪带和激浪带的空间动力分异，在岬角处波能发生集中，在海湾

处波能发生辐散，这样的波浪作用又形成了与之相应的地貌形态和物质组成。例如在破浪带，波浪破碎冲击海底，形成水下沙坝和水下凹槽，其组成物质相应较粗。在波能分散的海湾地方，波浪作用强度低，形成了与之相应的海积地貌形态，其组成物质相应较细；在波能集中的岬角处，波浪作用强度大，形成陡峭的海蚀崖和海蚀平台，其组成物质相应较粗。

所以地貌的形态、组成物质、作用过程和边界条件彼此相互作用、相互依存，还要求相互适应，共同构成一个整体，这个整体就是“地貌”，这就是地貌系统的整体观。它是在前人地貌含义认识基础上，加入“形态”和“边界条件”两个因素，为适应现代地貌学的精细研究而提出来的。希望它的建立能为认识地貌系统的整体观及其各个组成部分提供比较完整的思路 and 较之以前更为广阔的视野。

2 地貌的发展变化与整体调整原理

2.1 地貌的调整态和平衡态

当地貌各组成部分不相适应时，就会通过作用过程产生地貌调整，进入调整态。例如软岩组成的陡崖，其形态与组成物质不相适应，那么软岩陡崖很快就会调整为与其组成物质相适应的缓坡地貌。地貌各组成部分不相适应的程度越高，其存在的时间就越短，调整的速度和强度就越大，反之亦然。例如枯水期形成的河床，是与枯水期的河流边界条件和作用过程相适应的，到了洪水期，原先的河床就与洪水期的河流作用过程和边界条件不相适应，从而产生河床形态乃至组成物质的调整。当调整态以急剧的形式表现出来时，称之为地貌突变态。地貌突变态是地貌各组成成分不相适应程度很高、调整强度很大、变化剧烈时发生的突变，实变态存在时间很短且不稳定，常常与高量值事件联系在一起，高量值事件可以带来地貌突变和巨变，是频率小但能量（作用强度）大的地貌过程，例如风暴潮、地震、泥石流、大洪水、山崩等。高量值事件并不完全等同于突变，也不一定引起突变，例如一次大地震中某栋房子结构坚固，抗震性强，即使作用过程（地震）很强烈，也不会发生突变（倒塌），因为它的结构与边界条件和作用动力仍然相适应。河道河堤（的形态）如果与大洪水相适应，即使发生大洪水，也不会出现河堤溃决的突变现象。地貌变化方式可以是渐变的，也可以是突变的。突变不一定都有边界条件的大变化，例如山坡

上一个处于临界状态的大石头, 在一个很小的作用力下也可能滚下山去 (发生突变)。当地貌各组成部分达到完全相互适应状态时, 地貌就不再发生改变, 出现了不随时间而变化的地貌状态, 这就是地貌的平衡态。所以根据地貌各组成部分的相互适应的程度及其发展变化的强度, 地貌状态可以分为调整态、突变态和平衡态。调整、突变和平衡是对立统一的关系, 对立是它们形式上的各有区别, 统一是它们有相同的作用机制。

2.2 地貌调整态与平衡态的驱动因素

地貌发展变化的驱动因素是什么? 本文以河流地貌发育为例来进一步阐述。河流地貌学家认为^[17], 河道发生变化的根本原因是输沙不平衡。在一定条件下, 如果输入河道的泥沙超过水流的挟沙能力, 过多的泥沙将淤积下来, 使河床淤高。当来沙量小于水流挟沙能力时, 不足的泥沙将从河床得到补充, 使河床冲深。当河床发生冲淤变化以后, 河床形态的改变导致水力条件变化, 将使水流的挟沙能力发生相应的变化, 所以冲积河流的河床具有自动调整功能, 在水流与河床的作用下, 将不断调整自身的坡面和断面形态, 力图使挟沙能力与上游来沙条件相适应。来沙量属于边界条件之一, 河流挟沙能力是由河床形态、组成物质和作用过程共同决定的, 输沙不平衡就是河流挟沙能力与来沙量不相适应 (不相等), 两者不相适应就会导致河床形态改变, 最终结果将使河床湿周上每一点所受到的切应力与该点河床物质的临界抗剪力相等, 于是水流与河床之间便会出现一种相对的平衡状态^[14,18]。冲积河流总是要自动地向输沙平衡的河流 (平衡态) 发展, 表明地貌各组成部分总是力求相互适应而达到平衡的状态。

在地貌边界条件保持不变的情况下, 地貌的发展变化 (假定初始条件确定) 将经历一个确定的调整过程, 最后达到一个不随时间而变化的确定的平衡态。理论上, 这一论点可以通过热力学第二定律加以证明。热力学第二定律是, 在边界条件维持不变的情况下, 开放系统最终将达到一个不随时间而变化的熵产生最小的稳定态。地貌系统是一个开放系统, 开放系统与外界有着广泛的物质和能量交换并存在相互作用。熵产生最小的稳定态是一种不随时间而变化的状态, 达到稳定态时作用过程依然存在, 系统在空间上不是完全均匀的, 而是一种在空间上有差异的有序结构。热力学第二定律的“稳定态”就是地貌学中的平衡态。实际上, 上述论点可以通过冲积河流的自动调节作用来得以验

证。如前所述, 河流总是要力图要达到输沙平衡, 输沙平衡就是河流既没有侵蚀、也没有堆积的平衡态。当边界条件保持不变时, 冲积河流向平衡态趋近。例如三门峡水库修建后渭河下游的堆积调整和坝下河道的冲刷调整, 都表现为一种向平衡态发展的趋势。

平衡态是地貌各个组成部分达到完全相互适应的状态, 这是平衡态的第一个特征; 平衡态的第二个特征是地貌的作用过程依然存在, 但是没有了地貌的调整, 地貌形态不随时间而变化; 平衡态的第三个特征是本地域的上边界输入的物质与下边界输出的物质相平衡。平衡态的形式是多样的, 平衡态需要在边界条件不变时才会出现并得以保持, 平衡态存在的时间有长有短, 平衡有动态平衡和静态平衡, 有暂时平衡和较长期的平衡。总之, 地貌的平衡态是存在的, 自然界地貌各组成部分总是有一定程度的相互适应, 因而总是有一定程度的稳定性, 否则就不可能进行地貌测量和定量描述, 也就不成为“三维空间的实体”了。但是, 地貌的平衡态是相对的, 即使到了地貌的准平原阶段, 也不是一成不变了, 还会随着下一次构造运动的抬升 (边界条件的变化) 开始第二个轮回。所以地貌总是随着时间的推移而演化。

2.3 地貌的发育过程及演变趋势

只要地貌的初始状态 (形态) 和边界条件是确定的, 地貌的发育过程及发展方向也是确定的。初始状态是地貌发育的基础, 边界条件对地貌的发生发展起控制作用。地貌的形态、组成物质和作用过程总是力图与边界条件相适应。所以当地貌的初始状态和边界条件确定后, 地貌的发育过程和发展方向也就确定了。自然界地貌的边界条件千差万别, 也经常变化, 初始状态也不相同, 所以地貌的发育过程也复杂多样。反过来, 如果地貌的边界条件和初始状态相似, 就会出现相似的地貌发育过程和发展方向, 例如湿润地区侵蚀沟谷的发育过程, 同类沙丘的发育过程, 同类喀斯特地貌的形成过程等, 都是如此。

虽然地貌的调整总是力图要求使各组成部分相互适应, 但是地貌的调整却不一定会使各组成部分相互适应的程度增加, 有时反而会减小, 甚至可能造成比以前更大强度的调整。在地貌调整过程中, 如果边界条件发生了变化, 而这种变化与原有的形态和组成物质不相适应, 就可能使地貌各组成部分不相适应程度增加, 即使边界条件保持不变, 地貌调整产生形态或组成物质的改变, 改变后的形态或

组成物质与边界条件之间不相适应程度也可能更大。例如地貌侵蚀循环模式幼年期的侵蚀强度是增加的，因此在边界条件保持不变的情况下，虽然总的趋势是地貌各组成部分相互适应程度增加，并最终趋向于一个稳定的平衡态，但是地貌发展变化的强度也不会总是单方向减小，地貌各组成部分相互适应程度也不会总是单方向增加，所以地貌的发展和整体调整的演化模式是复杂多样的，正如 Schumm 所讲的地貌系统的复杂反应那样^[19]。总之，地貌发展演化过程要依据初始状态和边界条件，作具体深入的地貌学分析。

3 经典地貌发育模式的讨论

台维斯地貌侵蚀循环理论是影响最大的地貌基本理论之一，其前提条件是构造运动快速上升而后长期稳定（停息），区域侵蚀基准面长期保持不变，气候湿润并有干湿交替变化但长期保持相对稳定状态。也就是说，在地貌边界条件长期保持不变的情况下，地貌经历一个确定的调整过程，最终达到整个地貌的平衡态，这一循环过程所跨的时间尺度很长。

台维斯地貌侵蚀循环模式只有在其假设条件下才是成立的。此外，还要补充一个条件，即地貌要始终保持在侵蚀状态。该模式中的气候条件是干湿交替的，所以风化作用和流水作用两种过程之间能够互相交替、互相影响，有利于侵蚀的不断进行，但还必须附加一个条件，即地表植被和组成物质要满足水流的侵蚀力大于地面的抗蚀力，这样才能使地表始终处于侵蚀状态，侵蚀循环才能不断进行，最终形成准平原。如果地貌调整到水流侵蚀力小于地面的抗蚀力，侵蚀演化在达到准平原之前就停止了，形成的则是与准平原不同的另外一种平衡态。在这样的补充条件（地貌始终保持侵蚀状态）下，湿润地区在区域侵蚀基准面长期保持不变的条件下，流水作用导致物质的迁移总是从高地向低地进行，地形在经过很长的发展后，最终会达到低缓的准平原状态。地貌侵蚀循环模式展示了一个地貌长期演化过程的典例，对推动地貌演化研究和地貌学发展起到了积极的作用。

如果不顾及是否符合前提条件而任意应用台维斯地貌侵蚀循环模式，得出每个地区都在向准平原发展，这是错误的。但这不是模式本身的错误，而是应用的错误。台维斯模式不是万能的，是有适用范围的。循环模式所跨的时间尺度漫长，在这么长的时间内要保持着（至少主要的）边界条件不变，

所以它的应用范围并不广。无论对模式的整体应用，还是对模式中部分观念的应用，都要符合其前提条件。现代地貌学研究的重点是研究现在的（实际的）地貌过程，时间尺度小，以定量试验观测为基础，考虑的是眼前实实在在的地貌发展过程。现代地貌学研究遇到的地貌边界条件比地貌侵蚀循环模式中的边界条件要复杂得多，所以不能指望一个抽象化了的有特定前提条件的地貌侵蚀循环模式能够指导和解决一切地貌学的理论问题，需要发展与现代地貌学相适应的基本思想和理论。

彭克的山前梯地发育模式认为，一个地区经过构造运动迅速上升为山地后转为稳定（构造运动停息），山麓基准面保持稳定不变，在这样的条件下（这与地貌侵蚀循环模式的前提条件是一致的），流水作用在山麓地区形成与山麓基准面相适应的平缓山麓夷平地面，叫做山前梯地。这种平缓的山麓夷平地面在现代很多山麓地区都能看到，以后构造运动又快速上升而且上升的范围加大，把山麓夷平地面抬升为各级山前梯地。

彭克的山前梯地发育模式是在湿润的山麓地区，形成的夷平地面叫山前梯地。金氏的山麓夷平地面发育模式是在干燥的山麓地区，形成的夷平地面叫山麓夷平面。台维斯、彭克、金氏三种模式共同揭示了这样的原理，在构造运动（停息）和侵蚀基准面两个主要边界条件保持稳定不变的情况下，地表流水作用将形成与侵蚀基准面相适应的平缓的夷平地面。三者的理论模式指的都是边界条件保持不变情况下，地貌要经过一个确定的调整过程才能最终达到平衡态的几种表现形式，只不过彭克和金氏的模式要求边界条件保持不变的时间尺度相对较短，所形成的平缓夷平地面的规模也相对较小，而且都是位于山麓地带（彭克的在湿润地区，金氏的在干燥地区）。台维斯地貌侵蚀循环模式形成的平缓夷平地面是在谷底两侧，以及整个侵蚀流域最终的平衡地貌形态是准平原。准平原是规模最大的、发育时间最长的与区域侵蚀基准面相适应的平缓夷平地面。换句话说，台维斯、彭克和金氏的3种地貌发育模式都是同一个原理的不同表现形式。虽然彭克和金氏都指责台维斯，但从深层次来看，他们的理论都是一致的，都是属于地貌随时间演化的思想体系。

4 结 论

在前人关于地貌含义是形态和成因的结合，地貌是内、外力相互作用的结果，以及地貌是构造、

营力和时间的函数的基础上,把形态和边界条件作为影响地貌发育的因素,强调边界条件对控制地貌发育起关键作用,提出地貌是形态、组成物质、作用过程和边界条件相互作用、相互依存,并要求相互适应而构成的整体。地貌的发育因素也就是地貌的组成部分,当地貌各组成部分达到完全相互适应状态时,地貌就不再产生调整和改变,出现了不随时间而变化的地貌平衡态;当地貌各组成部分不相适应时,就要产生地貌的发展变化,处于地貌的调整态,也即非平衡态。地貌各组成部分不相适应是地貌发展变化的驱动力。时间并不是地貌发育的影响因素,只是地貌发育过程的坐标轴。地貌的初始状态(形态)和边界条件决定着地貌的演变过程和发展方向。现代地貌系统整体观的含义,可以运用到各种应用地貌研究中,例如水土流失、沙漠化和泥石流防治,航道、河道和边坡的整理等。人类可以通过积极的人工地貌调整,防治各种地貌灾害,恢复和保持地貌的自然平衡,使自然地貌处于良性的发展演化环境之中。

致谢: 西南大学穆桂春教授对本文的写作和修改提供了无私帮助,特此深表感谢。

参考文献:

- [1] 马尔科夫.地貌学基本问题[M].陆恩泽,杨郁华,译.北京:地质出版社,1957.
- [2] 刘昌明,岳天祥,周成虎.地理学的数学模型与应用[M].北京:科学出版社,2000.
- [3] 马霭乃.动力地貌学概论[M].北京:高等教育出版社,2008.
- [4] YANG C T. On river meanders[J]. Journal of Hydrology, 1971, 13:231 - 253.
- [5] 倪晋仁,马霭乃.河流动力地貌学[M].北京:北京大学出版社,1998.
- [6] SCHUMM S A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey[J]. Bulletin of Geological Society of America, 1956, 67:597 - 646.
- [7] SCHUMM S A. Geomorphic hazards - problems of prediction[J]. Zeitschrift für Geomorphologie, 1988, 67 (Suppl.): 17 ~ 24.
- [8] ALCANTARA-AYALA I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries[J]. Geomorphology, 2002, 47:107 - 124.
- [9] CARRARA A, CROSTA G, FRATTINI P. Geomorphological and historical data in assessing landslide hazard [J]. Earth Surface Processes and Landforms, 2003,28: 1125 - 1142.
- [10] HANES D M. Grain flows and bed-load sediment transport: Review and extension [J]. Acta Mechanica, 1986, 63:131 - 142.
- [11] CHORLEY R J, SCHUMM S A, SUGDEN D E. Geomorphology [M]. Cambridge: Cambridge University Press,1984.
- [12] 任美镔.台维斯地貌学论文选[M].北京:科学出版社,1958.
- [13] 曾昭璇.岩石地形学[M].北京:地质出版社,1960.
- [14] 钱宁.河床演变学[M].北京:科学出版社,1987.
- [15] ALEXANDER D. Applied geomorphology and the impact of natural hazards on the built environment [J]. Natural Hazards,1991(4): 57 - 80.
- [16] 沈玉昌,龚国元.河流地貌学概论[M].北京:科学出版社,1986.
- [17] 许炯心.中国不同自然带的河流过程[M].北京:科学出版社,1996.
- [18] 杨景春,李有利.地貌学原理(修订版)[M].北京:北京大学出版社,2005.
- [19] SCHUMM S A. The fluvial system[M]. Wiley-Inter-Science, 1977.