

文章编号: 1000-0690(2003)01-0107-05

夷平面研究综述

任雪梅, 陈 忠, 罗丽霞, 周心琴, 王建力

(西南师范大学资源环境科学学院, 重庆 400715)

摘要: 夷平面 100 多年的研究已经取得了一定的进展。文章从定义、识别、分类、形成和测年等方面论述了夷平面的研究情况, 完善了夷平面的定义, 加强了对影响夷平面形成和保存的自然因素的探讨, 提出了未来夷平面研究的方向。

关 键 词: 夷平面; 定义; 分类; 形成; 年代

中图分类号: P931.2 **文献标识码:** A

夷平面的研究是一个古老而又永远年轻的课题^[1], 自 1889 年 Davis 提出准平原的概念以来, 一个多世纪已经过去了^[2], 这 100 多年的研究在夷平面的空间、内容和研究方法上都取得了进展。前几十年的研究集中在两方面, 第一是从理论上研究夷平面的结构、形态、成因、分布和风化壳的形成, 其次是探讨夷平面的级数、时代和对比; 风化壳的研究主导着夷平面的现代研究方向^[1]。

20 世纪 60 年代兴起的对地貌过程的重视使长期地貌演化处于低潮^①, 现在夷平面的研究又有抬头的趋势。夷平面的研究不容忽视, 因为它的研究不仅涉及地貌学的基本理论问题而且是新构造运动研究的基础, 尤其是在缺乏沉积的隆起区^[3], 如青藏高原地区。崔之久^[4]等指出青藏高原夷平面形成的时代、性质和原始高度是解决隆升问题的关键。确凿的夷平面及其可信的时代、高度和性质等是唯一国际公认的判断陆地抬升幅度的证据^[1]。夷平面是最直接的隆升的信息载体, 其生成年龄和分布高度是计算隆升的直接依据^[5]; 夷平面是认识高原隆升的关键。

一个夷平面就代表一个时代, 是地貌学上最好的“地层”标志^[5]。每一个夷平面反映着一个相对静止的阶段, 至少是上升阶段中一个相对较长的稳定时期。夷平面是一个极其有效的恢复古地貌的工具, 过去是研究现在和预测未来的基础, 而夷平

面是了解过去地貌演化的一把钥匙。夷平面遍布全球各个气候带^[6], 在任何纬度都找到了中新世夷平面^[4], 由此可见夷平面并不是一个稀缺的地貌单元, 所以利用夷平面来研究地貌演化是有可能性和可行性的。

1 定义和识别

夷平面的定义是混乱的, 剥蚀面、剥夷面、准平原、山足面、山麓剥蚀平原等都是我们经常见到的用于表述夷平面的词语。准平原(peneplain)一词出现较早, Davis 把它定义为: 海拔和相对高度较低的、由长期流水侵蚀所形成的广阔平坦的地面^[2]。Bloom 的《地貌学》一书中指出 Bryan 采用的山足面(mountain pediment)定义是: 存在于山区干旱地带或河源盆地的位于山脚的面。Budell 在 1975 年提出“双层水平面”(double leveling surfaces)理论^①, 认为双层水平面是在构造长期稳定下、于热带稀树草原中形成的两个互相平行的平坦的面。以上的几个定义只是从对夷平面的“众说纷纭”中选取的几个例子, 从中可以看出定义的混乱是因为各个学者提出的夷平面发育在不同的气候系统下, 是由不同的主导外力所形成的。每一个定义都是正确的, 正如崔之久^[1]所说, 海蚀平原、剥蚀平原和山麓面, 只要条件允许都可认为是夷平面发育的一个阶段, 只是在不同的地区和气候条件下, 营力作

收稿日期: 2001-12-24; 修订日期: 2002-04-25

作者简介: 任雪梅(1978-), 女, 硕士研究生, 主要从事地貌与环境信息系统研究。E-mail: rxm007@163.com

① 潘保田, 李吉均. 论青藏高原夷平面问题. 见: “八五”攀登计划青藏项目 1995 年学术年会论文集. 兰州: 兰州大学地理科学系, 1995. 54~62.

用的类型和速度不同。但每一种定义都是不完善的,它们只是某一种夷平面的解释,而不能说明涵盖各种类别的“大”夷平面。

我们综合了多种定义,取长补短,将夷平面的定义完善为:在长期的地壳相对稳定时期,由广泛的夷平作用形成的、以截断面形式横切一切老地层和构造的、接近侵蚀基准面的、平缓的地表形态,其上有风化壳或其它碎屑堆积,常遭受后期的抬升切割和埋藏,分布于地球各纬度带。

原始的即未经后期变形的夷平面在形态上应具备以下几点:①面积大。地壳的稳定是在至少中等尺度的范围内发生,夷平作用也是广泛地发生,势必形成“广泛”的夷平面。②海拔低。从全球范围来看,海洋是侵蚀基准面,由此推测夷平面的原始高度不会太大。彭克 1934 年推算夷平面的原始高度为 250 m,是海洋水准面和陆地水准面相会的地方,他称之为“坚硬地壳与液体地壳的疆界”^[7]。崔之久认为 1 000 m 为夷平面的原始高度^[1]。③坡度小。坡度不大于地面土壤层向下蠕动的休止角^[11]。注意此处并不是指高差小,高差很大时,坡度也可以很小。这也是我们在定义中用“平缓”而不用“平坦”的一个原因。夷平面并不是平坦如镜,它是微波状起伏的。Davis^[2]的描述是马可以拉着车在任意方向小跑。L. C. 金认为非洲的山麓剥蚀平原的坡度为 $1/5\ 000 \sim 1/10\ 000$ ^[8], Budel 在德干高原界定为 $2\ ‰$ ^[1]。④有夷平作用的痕迹,如古风化壳、砾石层、网状分布的古河道以及分布在同一水平高度的岩层等。

夷平面常由于后期的构造运动被抬升或埋藏,被错断或褶皱,使夷平面的识别难度相当大。传统的地质学方法是通过室内作剖面图与野外实地考察相结合。这种方法的主观性较大,难以准确、客观、定量地分析^[9]。随着数学统计方法和地理信息系统等的应用,夷平面的识别与描述更加科学。虽然新方法的应用仍处于探索阶段尚不成熟,但也有很多成功的例子。如张珂等利用模糊数学模型,引入 5 个隶属度,先在地形图上识别,然后结合其它判据(岩性、地形、野外标准)研究了粤北地区的夷平面^[3],董文杰等建立了青藏高原夷平过程的数值模型^[10],刘勇等应用遥感与地理信息系统对美武高原夷平面进行了三维显示和定量分析^[9]。因为学

者的不断探索和实践,夷平面的识别必然会日臻完善。但由于区域性问题的,要想建立统一的界定夷平面的数学标准是非常困难的。

2 分 类

由于气候、水系、岩性、时间等因素的不同,夷平面表现出多种形态。崔之久认为夷平面包括准平原、山麓面及联合山麓面(pediment and pediments)、刻蚀平原(ethplains)^[1]。潘保田和李吉均根据形成方式和条件把夷平面分为准平原、山麓剥蚀平原、双层水平面、冻融山足面与冻融剥夷平原(cryopediment and cryoplain)^①。从夷平作用在同一旋回中是否结束(即夷平面的活动状态)这一点出发,崔之久完善 Adams 的分类后列出了活动面(active surface)、休眠面(dormant surface)、外来面(exotic surface)等 7 种类型^[1]。

不同的分类依据必然导致不同的分类结果。我们还可以根据夷平面发育的前期大地构造状况将夷平面分为两类,即发育在稳定地带(如结晶地盾、地台等古陆)上的夷平面和发育在活动地带(地槽回返时)上的夷平面,青藏高原就是后者的典型代表。马尔科夫划分了 4 种地貌水准面:海蚀-堆积水准面、剥蚀水准面、雪线水准面和上部剥蚀水准面。根据夷平面发育的水准面的不同就可以划分出相应的海蚀-堆积夷平面、剥蚀夷平面、雪线夷平面和上部剥蚀夷平面。

夷平面在不同的分类中属于不同的类型,这一点是易于理解的。值得注意的是在同一个分类系统下,夷平面也可能同时属于几种类型,即具有多种属性。如北台面是 Adams 分类中的化石面(fossil surface)、废止面(defunct surface)和外来面^[1]。

同一个夷平面在不同的地域也会表现出不同的类型。如唐县期夷平面,在太行山为宽谷面,在盆地剥蚀面,在鄂尔多斯高原和陕北为真正的夷平面,在桌子山东麓则表现为山足面^①。不同的分类可以让我们从不同的角度全面研究夷平面,正确地划分夷平面类型是非常有必要的。

3 形 成

地貌是在内外力相互作用下形成的,内力往往

① 潘保田,李吉均.论青藏高原夷平面问题.见:“八五”攀登计划青藏项目 1995 年学术年会论文集.兰州:兰州大学地理科学系,1995.54~62.

提供地貌发育的基础,外力作用是与地壳抬升作用相对抗的。这些外力作用就是海壳、陆地水及气圈的移动,它们引起了地壳上物质的运移,从而改变了地形^[7]。形成夷平面的作用是夷平作用,它是剥蚀作用、流水侵蚀作用、磨蚀作用等共同构成的,致力于趋向侵蚀基准^[6]。可以说一切的外力在一定的条件下都会产生夷平作用,它是一种缓慢的(上百万年甚至上亿年)以水滴石穿、锲而不舍地将以前的构造夷为平地。为了满足全球性的条件,夷平面只能发育在一定的地质时期^[1]。这个时期就是地壳长期相对稳定的阶段(可能与全球性的海侵有关),只有这样夷平作用才能广泛地发生而产生功效。夷平面的形成是一个漫长而复杂的过程,影响其形成的因素主要是:前期大地构造(s)、侵蚀基准面(e)、气候(c)、岩性(r)、时间(t)、后期构造运动(m)。

夷平面(Y)的形成可以看作是这些因子的函数:

$$Y = f(s, e, c, r, t, m)。$$

3.1 前期大地构造

前期大地构造是夷平面形成的基础,它影响夷平面发育的时间和程度。如果前期地壳抬升很高,同一种外力对同一地区(即除构造外其它条件都相同)的夷平将更加迅速,单位时间夷平(剥蚀)物质的量更大。但并非抬升高的地区达到侵蚀基准面的时间就比抬升低的地区短,因为夷平面形成时间在这里可以简单地表示为:需要夷平的物质总量/单位时间夷平物质质量。从中可以知道整个地区所需要夷平的物质总量也不可忽视。地貌发育是具有承袭性的,前期的大地构造就像先天的“遗传因素”,它给出了未来夷平面发育的发展范围,结果如何就要看后天的“环境因素”(此处指外力作用)了。

3.2 侵蚀基准面

侵蚀基准面是夷平面发育的“终点站”,它决定夷平面形成所需时间和形成后的原始高度。侵蚀基准面低,夷平面形成所需的时间相对较长,形成后的原始高度相对较低。海平面是全球性的侵蚀基准面,这使夷平面的全球和大区域对比有了可能,存在一个全球夷平面大发展的时代。目前可以或勉强可以追寻的全球性夷平面大多发育在中生代后期和第三纪多个时段^[1]。只要海洋侵蚀基准面保持稳定,“复制夷平面作用机制”将平行地蚀低夷平面^[1]。这儿的复制结果应该不是与“原版”一

模一样的,复制出的夷平面会有所改变,更趋平缓。在远离海洋的地方,湖盆、盆地底部可作为区域性的侵蚀基准^[6]。水系溯源侵蚀形成的裂点也可以作为地方性的侵蚀基准。如前面提到的,侵蚀基准面的不同可以导致不同的夷平面形态,可以依据其进行夷平面分类。

3.3 气候

气候主要是水热条件决定了主导的夷平作用,从而最终导致夷平面类型的不同。从热带到副极地都有夷平面的存在。像景观的分类前冠以气候带如“热带雨林-红壤景观”、“亚热带常绿阔叶林-黄壤景观”一样,夷平面的分类也可以相应地加上气候带,如热带夷平面、副热带夷平面等。在热带,气候比较湿润,水流充沛,夷平面的形成以流水侵蚀为主导,辅以不同作用的风化和多种营力的搬运作用,可以形成准平原^[5]。副热带干旱气候条件下,机械风化是主导营力,彭克和L. C. 金^[8]认为此时的夷平作用是以山坡后退为主的山足夷平作用,将形成山麓剥蚀平原。亚热带湿润间有干旱的地区,化学风化作用强,形成双层水平面。冰缘地区以融冻风化为主,形成冻融剥夷平原。盖勒特^[6]还指出,炎热或温暖、有干湿更替的气候有利于建造和保存夷平面。

3.4 岩性

岩性影响夷平面发育的程度。如果是岩性均一的水平岩层,则相同条件下夷平面的发育程度更高,因为整个地区岩性相同,可以同等地完全剥蚀。岩性不同会对夷平作用造成阻碍,那些抗蚀能力强的往往残留下来成为岩凸或蚀余山(monadnock)。岩性还会影响夷平作用的时间,软弱岩层被造成夷平面的时间比坚硬岩层短。Baulig认为准平原作用与选择性侵蚀关系密切,岩性不同的地区不可能形成真正的准平原,而联合山麓面可以剥蚀不同的岩性^[1]。

3.5 时间

仅就夷平面的形成而不考虑其形成后的变形和破坏的话,这个时间因素就是指地壳相对稳定的时间。可以认为两次上升构造阶段之间稳定时期的长短就是夷平搬运作用时间的长短^[6]。时间影响夷平面发育的程度,时间越长发育程度越高。不同类型的夷平面发育完成所需要的时间也不尽相

同。潘保田和李吉均^①认为形成准平原需 10~20 Ma 的构造相对稳定时期,形成山麓剥蚀平原和双层水平面需几百万年至上千万年,形成冻融剥夷平原需上亿年的时间。因为夷平面形成所需时间长,所以地球上任何地方都不存在广泛的准平原,只有许多古准平原残留在山区^[1]。对于夷平面的保存来说,时间越长越不利于它的保存,这也给现代夷平面的研究增加了难度。

3.6 后期构造运动

后期的构造运动通常会改变夷平面的原始状态,不利于夷平面保存。由于地壳抬升和水准面的下降都会使夷平面遭到切割,夷平面的面积大大减小,会在山顶残留一小部分,形成齐顶山峰,青藏高原的山顶面就是这样经后期抬升了的古夷平面。断裂、褶皱、掀斜都会引起夷平面的变形,断裂使夷平面沿断裂面发生差异性抬升,除了形成陡崖以外,还有层状地貌产生;褶皱和掀斜主要是使夷平面不再水平,如在天山地区原哈尔克山顶部的夷平面由于褶皱使古夷平面自中心向边缘倾斜,哈尔克他乌-霍拉山顶夷平面由于掀斜而向东倾斜^[13]。如果后期地壳比较平静则利于夷平面的保存。

4 测 年

夷平面形成的年代是夷平面研究的核心问题之一^[8],它是夷平作用过程的终止年代。此时地貌演化已进入晚期,即 Davis 所说的地貌发育的老年期^[11]。李吉均^[8]指出此时正是夷平面开始遭受破坏的开始,应以最后的沉积物为准,只要不被抬升切割,夷平作用将长期进行下去,即产生崔之久提到的“复制夷平面作用机制”。所以夷平面形成的年代就是隆升开始的年代。关于年代确定,盖勒特^[6]认为只有用地质方法来确定,上覆的沉积物、熔岩和风化壳都是有价值的证据,相关沉积也可应用。

马尔科夫^[7]用相过渡法和年界法来测年。这两种方法也可用来测定夷平面形成年代。相过渡法是在水平方向寻找地表形成的堆积形态(设其年代为 T_1),并在待确定年龄的地层(设其年代为 T_2)中找出相过渡点,则 $T_2 = T_1$ 。吴忱等^[12]在研究甸子梁期夷平面时就应用了此种方法。他们在五台山上未见覆盖的最老物质,但发现与五台山一河之隔的为断层接触的恒山上覆盖最老岩层为白

垩系,以此确定五台山夷平面形成的时代也是白垩纪。年界法是查明待测年夷平面的上覆沉积物或下削地层的年代,以此来确定夷平面形成时代的上下限。青藏高原的山顶面切割的最新地层是下第三系的,由此得出山顶面的形成下限是早第三纪,即山顶面的形成是在早第三纪之后。

此外,相关沉积法和风化壳法等也在应用。在研究天山夷平面时,乔木^[13]发现山前拗陷内堆积了一层晚二叠系及陆源碎屑磨拉石建造,是天山夷平面发育时产生的相关沉积,因为相关沉积是和形成刻蚀形态同时期的沉积层,它们的堆积是剥蚀作用相对的一面,于是得出天山夷平面形成的时代为二叠纪末。青藏高原主夷平面发育了古岩溶地形,崔之久^[4]测得再结晶方解石的裂变径迹年龄在 19.0~7.0 Ma B. P. 之间,于是确定夷平面形成于该时期。

5 结束语

夷平面的研究依然存在许多问题。准平原是否存在?不同类型的夷平面是否可以相互转化,如果可以又是在怎样的条件下发生,以何种形式发生?夷平面究竟是如何形成的?夷平面如何分级?层状的夷平面是否一定代表多次旋回?甚至夷平面是地貌发育的开始还是结束(彭克曾提出“始准平原”和“终极准平原”的概念)?风化壳是先于夷平面还是与夷平面同时发生?这些问题都没有定论,需要进一步的探讨。尤其是在中国这样大地构造相当复杂的国家,研究夷平面有很多困难,是挑战也是机遇,发展新的理论的前景是存在的^[8]。

未来夷平面的研究应精确各种类型夷平面的定义,加强各类型之间的对比,找出它们的联系;客观、准确、定量地识别夷平面,精确描绘夷平面的结构和形态;深入对夷平面形成过程的研究,确定夷平面形成时的原始高度,更大地挖掘夷平面作为恢复古地貌工具的潜力;更多地进行夷平面的定量分析,探索数学方法和“3S”技术在夷平面研究中的应用,建立数学模型,提高夷平面的定年精度;探明风化壳与夷平面的关系(在这方面,崔之久等人已经做了较深入的研究,并结合实际情况,提出了“岩溶双层水平面”的概念^[14])。

① 潘保田,李吉均.论青藏高原夷平面问题.见“八五”攀登计划青藏项目 1995 年学术年会论文集.兰州:兰州大学地理科学系,1995, 54~62.

综上所述, 夷平面还存在很大研究空白和发展空间, 尤其因为夷平面在高原抬升研究中不可忽视的重要地位, 需要有更多的学者投身其中不断探索。我们相信一个新的夷平面研究的高潮即将到来。

参考文献:

[1] 崔之久, 李德文, 伍永秋, 等. 关于夷平面[J]. 科学通报, 1998, 43(17): 1794~ 1805.

[2] Arthur L Bloom. Geomorphology: A systematic Analysis of Late Cenozoic Landform[M]. Printice-Hall, Inc. 1978.

[3] 张珂, 黄玉昆. 粤北地区夷平面的初步研究[J]. 热带地理, 1995, 15(4): 295~ 304.

[4] 崔之久, 高全洲, 刘耕年. 青藏高原与岩溶年代及其起始高度[J]. 科学通报, 1996, 41(15): 1402~ 1406.

[5] 崔之久, 高全洲, 刘耕年. 夷平面、古岩溶与青藏高原隆升[J]. 中国科学(D 辑), 1996, 26(4): 378~ 385.

[6] J F 盖勒特. 新观念下的夷平面-梯级阶地-单斜地[J]. 地理学报, 1960, 26(2): 73~ 86.

[7] K K 马尔科夫. 地貌学基本问题[M]. 北京: 地质出版社, 1957.

[8] 李吉均. 纪念台维斯侵蚀循环、准平原学说诞生一百周年[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 1999, 35(3): 157~ 163.

[9] 刘勇, 王义祥, 潘保田. 夷平面的三维显示与定量分析方法初探[J]. 地理研究, 1999, 18(4): 391~ 399.

[10] 董文杰, 汤懋苍. 青藏高原隆升和夷平过程的数值模型研究[J]. 中国科学(D 辑), 1997, 27(1): 65~ 69.

[11] 严钦尚, 曾昭璇. 地貌学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1985.

[12] 吴忱, 张秀清, 马永红. 再论华北甸子梁期夷平面及早第三纪地文期[J]. 地理学与国土研究, 1997, 13(3): 39~ 45.

[13] 乔木, 袁方策. 新疆天山夷平面形态特征浅析[J]. 干旱区地理, 1992, 15(4): 15~ 19.

[14] 崔之久, 李德文, 冯金良. 覆盖型岩溶、风化壳与岩溶(双层) 夷平面[J]. 中国科学(D 辑), 2001, 31(6): 510~ 519.

Summary on the Study of Planation Surface

REN Xue-Mei, CHEN Zhong, LUO Li-Xia, ZHOU Xin-Qin, WANG Jian-Li

(College of Resources and Environmental Sciences, Southwest China Normal University, Chongqing 400715)

Abstract: This paper generalized the research situation of planation surface on its definition, discrimination, classification, formation, dating, and so on.

We think that planation is a wide-ranging and undulating surface formed by deplanation in a long and relatively stable period. Planation is always be uplifted by the later tectonic activities. Planation has such features as large area, low altitude and small gradient.

Discrimination of planation is based on inside plotting and outside investigation. This method mainly depends on subjective knowledge which is lack of accurate, objective and quantitative analysis. New mathematical methods have been used in this field. Although they are not accurate yet, there are still many improvements.

There are lots of ways to classify planation in terms of different standards. The same planation may show different type when it is in different system. The same planation even has distinct forms at different places.

We strengthen the investigation of natural factors such as pre-construction, erosion base level, climate, lithology, time and tectonic activities, which affect planation's formation and preservation. Pre-construction provides a foundation for planation forming. Erosion base level is the base line for it. Climate and lithology influence the rate of formation and preservation. Time produces different degrees of planation forms. Tectonic activities are unbeneficial to preservation.

Chronology of planation's forming is one of the most important part of the study. It means the end of the deplanation. Phase-transition analysis, age-boundary line analysis, correlation and crust of weathering analysis are all used in determing the age of planation.

We also discuss the perspective researching trends on the study of planation surface.

Key words: planation surface; planation surface classification; planation surface formation; chronology