

试论风、水两相作用地貌的特征及其发育过程*

史培军

王静爱

(内蒙古大学, 内蒙古自然资源研究所)(内蒙古师范大学地理系)

前言

众所周知,地貌是内外力共同作用岩石圈表面的结果。这种作用就是地貌过程,或称地貌发育过程。这个过程可用下面一个简单的方程来描述:

$$F=f(PM)dt \quad (1)$$

式中 F 为地貌过程的结果, P 为地貌过程,即影响地貌发育的各种营力之和。 M 为组成地貌的物质, dt 是用数学方法表示在某个时间内的变化^[1]。实际上,方程(1)是一个非线性多变量的微分方程。由于各种条件的限制,目前,国内外地貌学研究工作者,还不能给出

(1)式具体的数学模型来,也不能推出几条公认为定理来。但是方程(1)似乎向我们提出,地貌过程,正象物理学中研究的其它数学方程一样,在给定边界条件下,可以解出其原函数,进而求解,并得出表征地貌过程的性质、方式及强度的具体数量指征来。同时,也告诉我们,任何一种地貌,其形态特征集中反映了形成这种地貌的营力、物质及时空条件相互作用的全部过程。这也就又说,考察任何一种地貌形态,无外乎从这几个方面进行研究,究其质罢了。

从自然地理学及应用地貌学乃至国土整治的角度来看,在研究构造地貌的基础上,人们更加注重气候地貌的研究。研究表明,任何一个地区的地貌,都带有外营力作用的鲜明烙印,且集中体现在气候条件上。而且,在气候条件中,又尤以水、热、风等最为重要。目前所见国内外有关气候地貌研究的文献中,集中探讨了在典型气候区(如高寒气候区、湿润气候区、湿热气候区、干旱气候区等)内,在某种气候区中,具有代表性的外营力为主导作,交织有其它典型气候区的外营力作用下,区域气候地貌的组合特征及其发育过程^{[2][3]}。

换句话说,这些研究主要探讨了在典型气候区,单相营力作用下,地貌的组合特征。基于上述,本文试图就广泛分布在我国北方广大湿润地区向干旱地区过渡的半干旱气候地带,只有特殊沉积相结构、两种营力相作用的一种独特地貌——风、水两种外营力作用的地貌进行了研究,以期引起有关地貌学者,特别是从事气候地貌研究的专家和学者,开展多种营力作用地貌过程的研究。同时,给这种风、水两营力作用地貌发育地区的土地整治,提出新的科学依据。

所谓风、水两相作用地貌,就是指这样一种地貌形态,它是在风力与水力共同或交替作用下,形成的一种地貌形态。也就是说,在不同的时空条件下,这种地貌形态非风力或水力能单独完成的一种地貌形态。这种地貌形态也是气候地貌为一种,不过确切地说,应是湿润气候地貌向干旱气候地貌过渡的一种气候地貌,即属半干旱气候地貌。

一、风、水两相作用地貌的分布及其所在地区的自然条件

风、水两相作用地貌[可略称之为风(水)水(风)地貌,以示与流水作用地貌、风力作用地貌等并行]就象流水作用地貌、风力作用地貌一样,是一种单独系列的地貌形态,它主要分布在具有一定宽度的半干旱气候地区,且多见于这一气候区受风沙危害的河流两岸。

* 在本文部分野外调查、资料收集过程中,得到中国科学院兰州沙漠研究所杨根生、刘阳宣助理研究指导和帮助;在本文起草和写作过程中,得到内蒙师大地理系林儒耕、石蕴琼副教授的指导和鼓励,一并表示谢忱。

此外,我国广大黄土高原,特别是具有沙质黄土(马兰黄土的一种)^[4]覆盖的黄土高原北缘,广大的黄土地貌(习称),曾一直被简单地认为是流水作用地貌的典型代表,而实际上,这种地貌形态正是风、水两相作用在地质时期相互交替作用的产物,本文也将其视为风、水两相作用地貌的一种。

我国干旱、半干旱地区的总面积计有 350 万平方公里,占全国总土地面积的近 1/3 还多。其中干旱区面积计有 260 万平方公里,占全国总土地面积的 1/4 还多;半干旱区面积计有 90 万平方公里,占全国总土地面积近 1/10⁽¹⁾,不难看出研究干旱气候区内这种具有代表性的风、水两相作用地貌的重要来。

正是由于这种风、水两相作用地貌集中分布在半干旱气候区,因此这个地区包括气候条件在内的一切自然地理条件,都对这种地貌的发育过程有深刻的影响。

从地质地势条件来看,该区集中分布在我国地势三大阶梯的第二级台面上。地貌大单元以高原、高平原、盆地、山地及平原交错分布为特色,区内广泛分布第四系松散河湖相,冲积——洪积相、洪积冲积相及洪积相和残积相等沉积物;此外,黄河两岸广泛分布有冲积相物质及古风成相和“风、水相”物质。所有这些都给本区风、水两相作用地貌提供了物质基础及构造地貌条件。

本区半干旱气候条件对风、水两相作用地貌最为重要的是降水(水力)和风的月际变化的配置(图 1)。从图 1 我们可以清楚地看出,一年内风力和水力的作用是相互交替的;二者的高、低值配置也别具特点:

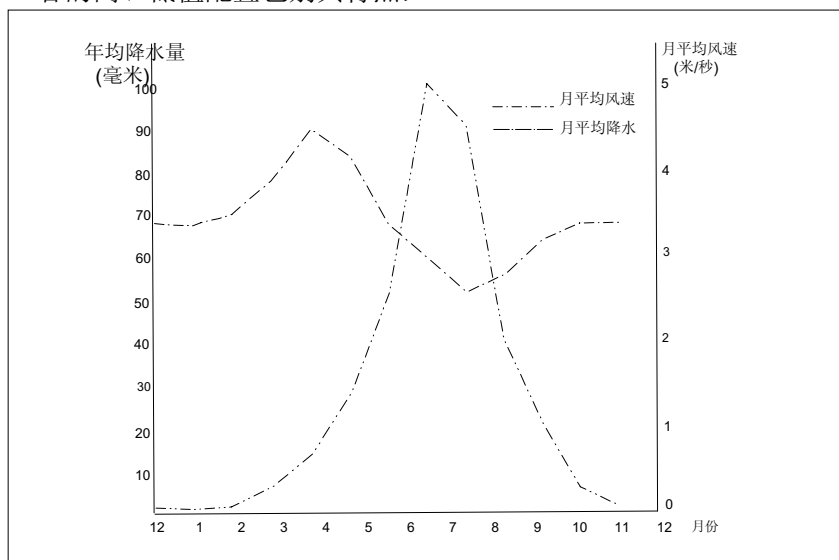


图 1 我国风水两相作用地貌分布区降水与风力的月际变化
(据内蒙古气象局、陕西气象局资料中的测站数据编绘)

降水的高值与风力的低值成近同步出现,而降水的最低值并不与风力的最高值相对应。这些表明,在风、水两相作用地貌中,风力作用强盛期并非是水力作用最弱期,而水力作用最强盛期到接近风力作用最微弱期;还有,在春末夏初这种风力与降水(水力)的配置,有利于风、水两相

作用的同步(共同)作用。一年内,风力与降水量(水力)的这种配置,不仅体现了半干旱气候的特点,而且正是风、水两相作用地貌之所以形成的根本原因——动力条件。

此外,本区干草原地带植被(实际上有不少地区受几百年来人类活动的干扰,几乎被栽培植被所代替)、富钙性土壤和黄土母质下发育的黄绵土等自然条件,都以不同的方式和程度对风、水两相作用地貌的发育过程给予影响。此外,需要指出的是,正是由于这一地区具有气候从湿润向干旱过渡的特点,因此多年来形成了在农牧交错经营的特殊的农业结构。这种经营方式不仅对风、水两相作用地貌有一定的影响,而且,在一定程度上,是这一地区广大人民群众因地制宜利用本区自然条件的一种科学选择。

⁽¹⁾ 引自内蒙古林学院汪久文老师提供的《中国自然资源研究会通讯》(中国自然资源研究会秘书处编)总第 7 期,1984 年 10 月 20 日。

二、风、水两相作用地貌的特征及其发育过程

如前所述, 由于风、水两相作用在不同的时空条件下, 表现出的作用方式和相互配置有一定的差异, 因此, 可将这种风、水两相作用地貌划分如下两种类型:

(一) 风、水在同一时空条件下共同作用而成的地貌及其发育过程

这种地貌形态可略称为风、水作用地貌之“风水地貌”, 它主要见于有风沙活动的河流两岸, 主要分布在我国腾格里沙漠、河东沙区、乌兰布和沙漠、库布齐沙漠、毛乌素沙地、科尔沁沙地、呼伦贝尔沙地等毗邻黄河、西辽河、海拉尔河、乌尔逊河及这些大河的各级支流河段。仅就黄河及其支流两岸计有 800 多公里的地段, 发育着这种程度不等的风、水两相作用地貌。这种“风水地貌”常与这一地带的常年性河流及季节性河流作用的流水地貌相交错。在此, 我们就黄河两岸所见之形态略加分析。

这种“风水地貌”形态都呈镶嵌式分布在多风沙(主要是沙丘前移)直接影响的河流高低河漫滩上, 个别地段出露于一级阶地上, 成为河流一级阶地的组成部分。由于其中一大部分分布在河漫滩上往往在枯水期出露, 且成台状分布, 其突出的特点是具有特殊韵律的沉积相结构(图 2)。从物质组成来看, 较风成地貌的风沙相, 及河流地貌的河流相更为复杂, 因此, 物质分选性较差。

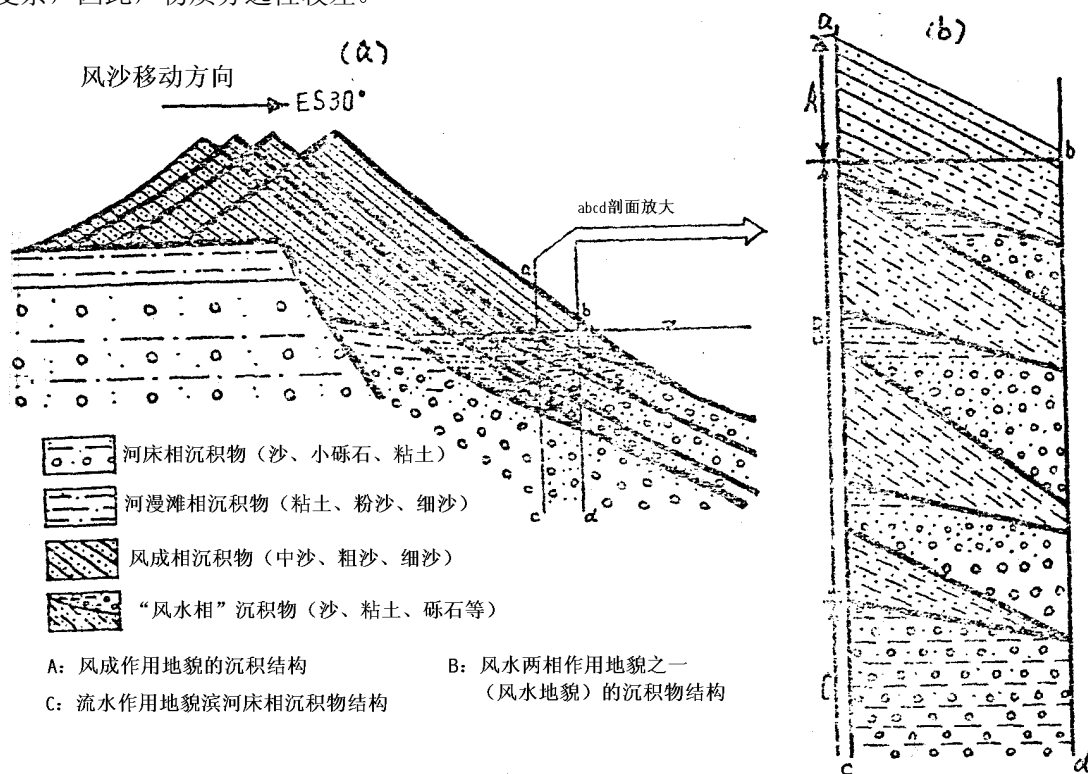


图 2 风水两相作用地貌形成过程及沉积相示意图（据内蒙阿左旗巴音木仁北 2.5 公里处实测资料）

如果我们近似地把这种沉积相结构夸大表示, 可看出有同期同地异相的沉积韵律(图 2b), 即风与水力两种作用的沉积物同期堆积, 而因二者略有强度之差。因此, 也就显示出相对以风力作用与相对以水力作用为主的沉积层理。但与风力作用而成的风成层理和水力平用而成的水成层理又有所不同。同风力作用而形成的风成层理相比, 风水作用沉积相中的相对风力作用沉积层, 粘土及小砾石含量有所增加, 平均粘土可增加 10 — 20%, 而小砾石则是其独有的; 同水力作用而形成的水成层理相比, 增加了略其水力改造且具较明显沙粒跃移碰撞而成的风成沙物质, 这在电镜下可以看得非常清楚。从这种特有的沉积韵律, 我们不难看出其发育过程, 集中体现了风力作用与河道流水作用二者共同作用(只有程度强弱之差)的特点来(图 2a)。

此外风力与水力共同作用还表现出：风力的搬运堆积与水力的侵蚀相结合，并伴之河

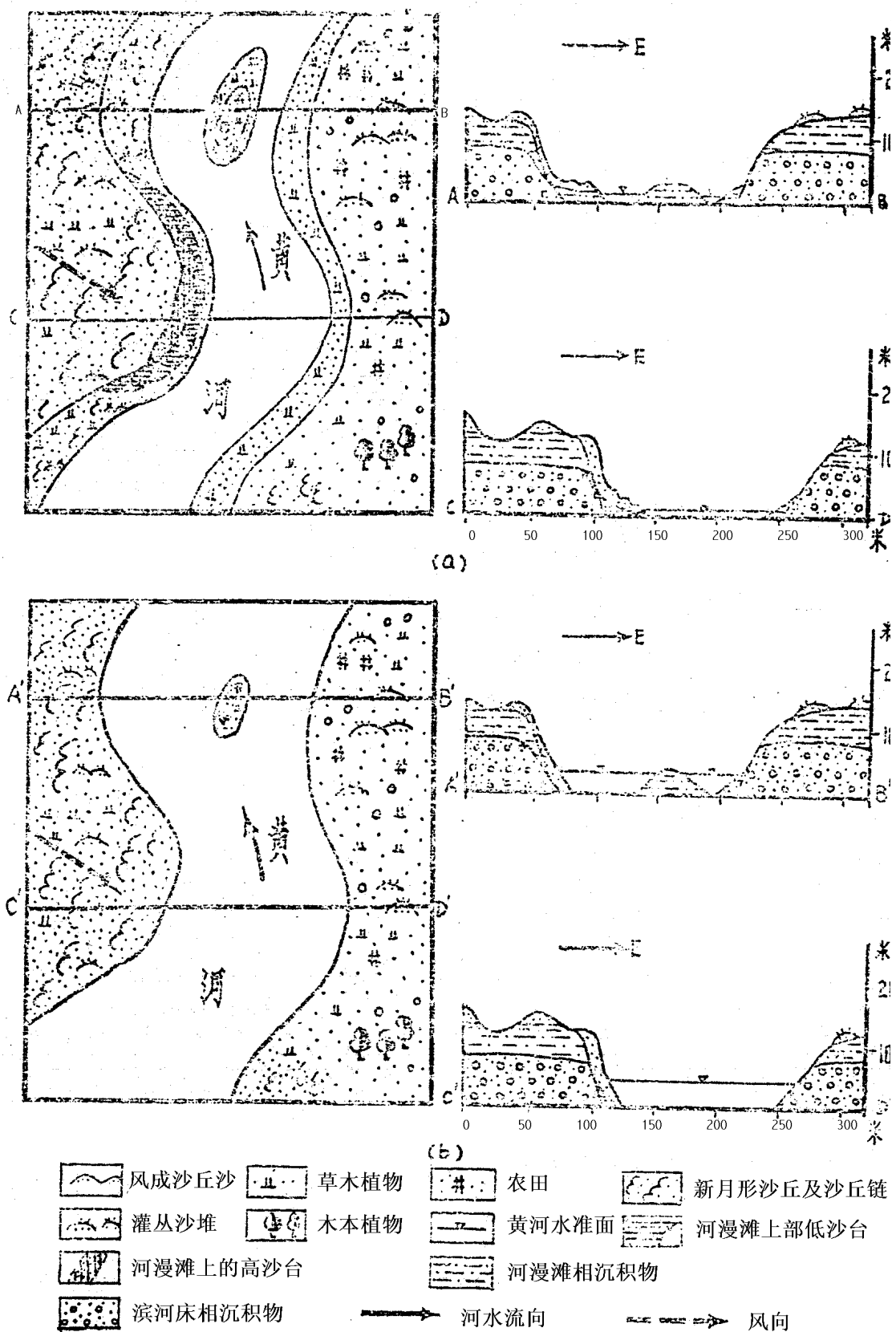


图3 黄河老磴口段风水地貌示意图(a)枯水期；(b)洪水期

(二) 风、水在同一地点交替作用而形成的地貌及其发育过程

这种地貌可略称为风、水作用地貌之“风(水)——水(风)地貌”。与前一种类型相比,这种地貌的沉积相韵律,表现出两种营力作用的阶段交替性,这也是它们之间的本质差别。由于风、水两相交替作用的周期有长有短,即时间尺度有异,因此,它们又存在着内部的差异性。

一般来讲,年内的季节性交替,是风、水两相交替作用的最短期,即年内洪、枯水期(或风力盛衰期)的交替,对我国这类地貌分布来讲,就是冬、夏季风的交替期。这种交替恰好体现了这一地区地貌外营力——风力与水力作用交替出现的特点(图 1)。在枯水季节,诸如黄河滩流沙分布地段风力较强,低河漫滩上流沙(片沙和低矮新月形沙丘、沙滩)广泛发育,部分直接逼近黄河。到洪水季节,风沙活动减弱,河水上涨,前述有流沙分布的河漫滩几乎全被河水淹没,整个流沙又在水力的侵蚀和搬运作用下(图 3),形成盾状沙地或“河岸沙台”,并在其上堆积了有一薄层泥质河漫滩相堆积物。这样年复一年,就形成了以一年为周期,具有一种特有的沉积结构(风沙相、河流相(主要是河漫滩相)相交错)的地形,从形态上来看,随其伴之河漫滩的抬升形成阶地,而长期出露水面。它们与其它分布在河流两岸的阶地,共同组成河谷平原,成为当地人民垦殖的主要地段。这种形态,不仅现在见于前述河流两岸,同时,在地质历史时期,同样有这种地形的发展。我们在内蒙阿盟巴音木苏木(老磴口)北约 3 公里处的黄河左岸一级阶地上(属 Q_3^3 时期)见到这样的风、水两相作用沉积相所组成的“古风(水)——水(风)地貌”其上覆全新世风成

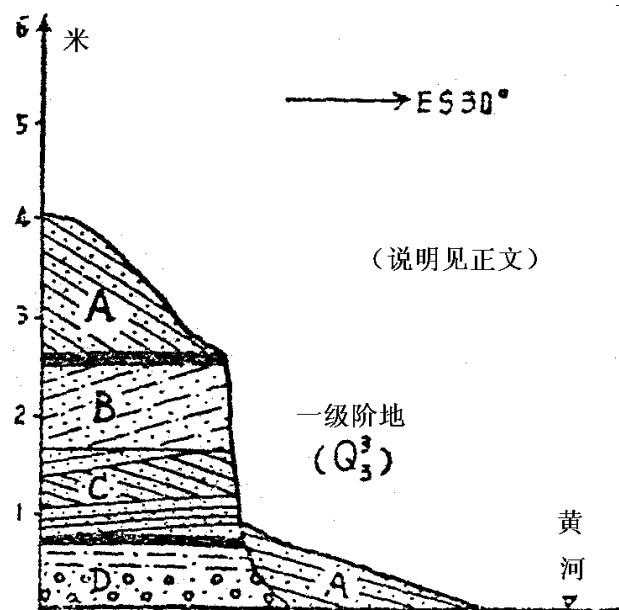


图 4 内蒙阿左旗巴音木仁北 2.5 公里处黄河左岸古“风-水地貌”沉积物剖面

沙(图 4),在图 4 中 A 层为现代风成沙(Q_4)黄白色、中细沙为主,源于下伏黄河一级阶地;B 层为距河岸边较远浅水处“古风水相”沉积物(相当我们前述图 2 中现代风、水共同作用而形成的沉积相结构,且以水力作用为主),浅灰黄色、粗砂与细粘土成瓦层且形成斜层理,其间有 2—5 米粒径的小砾石分布,矿物以石英、云母、和长石等为主;C 层为河岸具明显风成斜层理具二元相结构的“古河流相”沉积物;图中黑色条带为河流河漫滩相粘土沉积层。从中我们不难看出,要形成这样的沉积韵律,非风、水两相作用是不会形成的。也就是说,这种风、水两相作用地貌并不是人类历史时期的独有的现代气候地貌过程。

风、水两相交替作用地貌还广泛分布于黄土高原。这里需要说明几点:

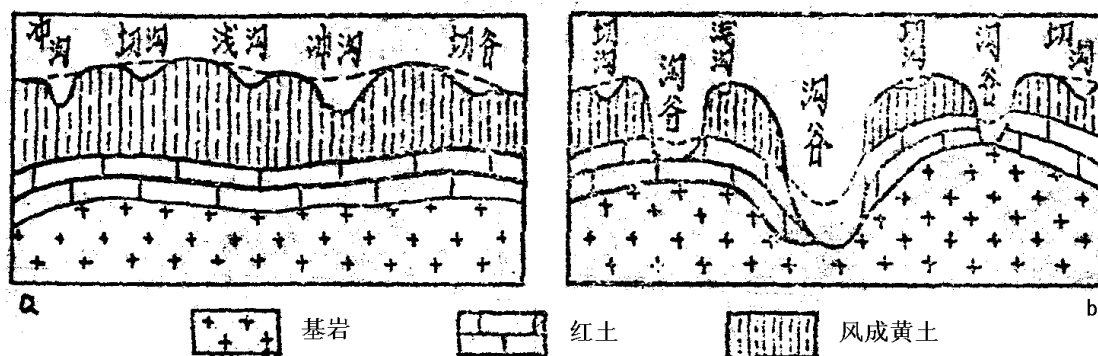
1、目前关于我国气候地貌的外营力划分中,常常把黄土高原的黄土地貌(习称),与流水作用地貌并行划分^[2]。①在国外,也有这种情况^{[1][3]}。这种划分是存在一些问题的。如果考虑以外营力作用为依据,流水作用地貌与黄土地貌是不能相提并论的,前者是形成地貌的外力,后者则为组成地貌的物质基础。倘若与黄土地貌这样的命名相并行的地貌,则应为“花岗岩地貌”、“砂岩地貌”……这种划分实际上是只考虑了地貌的组成物质,而没有

① 中国 1:100 万地貌图编委会,中国 1:100 万地貌图制图规范(第二次修订稿)的修订补充说明(附图例系统) 1984.1.14

考虑这些地貌的营力作用乃至时间。我们认为这种矛盾, 只要我们建立“多相作用地貌”的概念, 考虑到自然界(如自然地带等)所具有的过渡性特点, 就不难解决了。

实际上习惯上所称之黄土地貌, 仅是考虑了其物质组成, 更客观地说, 其主要考虑了这种特有的黄土物质。而事实上黄土高原这种由黄土物质组成的千沟万壑地貌是流水经过长期作用的产物。然而这种黄土物质是风力长期堆积的结果^[5]。这就可以看出组成这种地貌的物质是风力堆积而成的(本文在此下包括次生黄土所组成的地貌形态), 而形态则是流水作用而成的。根据我们的风、水两相作用地貌的概念, 这种具有风、水两相交替作用。习惯上所称的黄土地貌, 也应属“风——水”地貌只不过这种交替周期更长罢了。

2、如果说没有水力对黄土的后期作用, 则这种风成黄土只能对下伏地貌的地势起数量上的增高作用, 而不会有新的类型出现, 在某种程区上, 就好像北方大地被一场大雪覆盖一样, 无论是沟谷还是山顶, 都均匀地铺了一层白雪, 从其形态上说, 仍保持有原来的地表形态, 没有质的变化。实际上, 就从黄土沿积层本身来说, 层次不等的古土壤层的存在, 就从另一个角度说明风力沉积的相对间断, 伴之有别的营力(如流水、风化等)的作用, 形成一种假整合间断面。同理, 如果说今天广大的黄土高原没有这厚达几十到上百米厚的风成黄土堆积。无论何种流水作用、也不会形成今天所见之地貌形态的。可以想见, 它就象我国一些基岩山地分布的地区, 流水及其它营力的作用, 形成倾斜程度不等、起伏程度有异的山地地貌。从形成地貌的主导因素本看, 只不过是在内力作用的基础上的一种雕塑作用而已。因此, 我们说, 黄土覆盖的黄土高原区, 地貌的形成发育只有用风、水两相营力交替作用, 才能从营力、物质与时间这三方面全面解释它们的地貌发育过程, 才是比较客观的。为了区分纯粹由黄土物质组成“风——水地貌”与黄土覆盖下伏基岩组成的“风——水地貌”, 我们以图 5 表示。图 5a 中地势的相对起伏纯粹由风、水作用形成的; 图 5b 中, 地势的相对起伏是由风、水作用叠加有下伏地形的起伏。



沟谷形成在黄土堆积以后

沟谷在黄土堆积前的沟谷上继续发展

图5 两种风水地貌对比示意图

3、关于这种风、水交替作用的地貌形态特征, 在过去有关黄土地貌的论述中均有研究, 在此不详赘述, 但需补充一点: 我们所称的这种风、水地貌不包括黄土高原区由基岩和次生黄土而组成的沟谷地貌, 因这种地貌纯属流水地貌, 不符合我们关于这种地貌的定义, 其本质的原因是, 不借助风力的作用, 仅流水作用能形成。

4、这种风、水两相交替作用在黄土高原区北部黄土分布区还有另一种表现形式。即在沙黄土中及其中古沙丘上有河湖相粘土层的穿插分布(图 6)。由此可见, 在地质历史上, 这种较长时期尺度的风、水两相交替作用的地貌也是不乏其例的。

在这类风、水两相交替作用地貌中, 还有另一种类型, 即在沙黄土分布区的沟谷两岸, 由次生黄土组成的阶地上, 发育规模不等的沙丘地貌。实际上, 这是水蚀过程对沙黄土的粗化产物与风力过程对其再作用下两种作用的产物。如果说与前述风、水两相交替作用有区别的话, 其主要表现在流水作用形成了物质基础, 风力作用形成形态。为了区别起见,

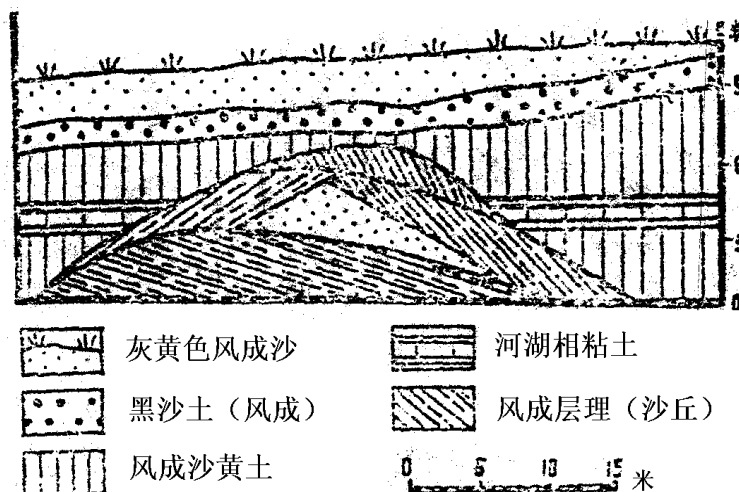


图6 内蒙和林格尔宝贝沟黄土中的古沙丘

可称这种类型的风、水交替作用地貌为“水——风地貌”。这一过程，被认为是沙黄土地区，沙化过程的本质地貌过程。

以上所述二类风、水作用地貌，其共同的且本质的地貌过程，就是风力与水力在不同时空条件下，相互一起作用或相互交替作用的水、风两相作用的全过程。而二者的区别也就在于水、风两相作用之间相互配置的方式上，即是同时一起作用，还是相互交替作用。

三、研究风、水两相作用地貌的意义

研究风、水两相作用地貌的意义是多方面的，大致可分为以下几个方面：

1、风、水两相作用地貌的划分，可以解决我国目前依外营力划分气候地貌类型、形态成因地貌类型中存在的矛盾（见前面有关论述），从而为我国地貌，以及世界地貌类型划分，特别是中、小及微地貌的划分提供新的外营力作用依据。

2、对识别古代混杂沉积物的沉积环境亦有意义。这样可以帮助我们将今推古，正确地揭示这些地区环境演变特征，进而提高环境演变预测的准确性。

3、对半干旱地区国土整治提供了新的地貌演变依据。目前在对于这一地区的国土整治规划及整治措施的制定中，往往治水就轻视治沙，而治沙又忽视了治水，机械地割裂了自然界一个过程的两个方面，从而就不能够更加科学而有效的整治这一地区的国土，解决开发利用中的问题。笔者浅见，在这一地区国土整治中，要有机地把治水与治沙紧密配合起来，把二者放在同等的地位。这是因为从地貌过程来看，本区水土流失以及沙化过程的控制，归根到底就是控制该区风、水两相作用地貌过程达到自然演变的那个自然水平。从而使这一演变过程有利于人类的永续利用，生态系统得到良性循环。这里仅举一例就可以看出在这一风、水两相作用地区、治水治沙相结合的重要性。在内蒙古清水河及和林格尔县境的浑河及其支流两岸，今日之广泛分布的流沙，危及农田、草场、道路、水源。当地人民群众及政府部门耗费很大精力、财力控制流沙，固然收效不少。然而，最终不能很好地控制其危害。究其原因，就在于这一地区的沙丘沙多来源于与沙黄土互层的古沙丘沙，而这些古沙丘的出露，主要是由于沟谷切割，使其暴露出来，进而受风力的作用而成的。这也就是所谓的“古沙翻新”。这样，已形成的流沙控制了，又有新的流沙出现，治沙将永远得不到最终完全控制的目的。有鉴于此。为了控制这一地区的风沙活动，首先，需控制本区的水土流失，只有把水土流失控制了，也就切断了风成沙治动的物质源泉，同样也就控制了风沙的危害。进而，从根本上控制了流沙。还有如内蒙磴口到海勃湾之间，黄河河道左右摆动跨度较大，掏蚀两岸农田，河道广泛淤沙，致使通船困难。现在要求治理黄河的掏蚀，要从根本上解决这一问题，就必须首先控制岸西乌兰布和沙漠对黄河的危害，否则，不会彻底解决上述问题的。凡此种种，都告诉我们，深刻认识本区风、水两相作用的特点，进而据此确定有关国土整治研究的项目，制定切实可行的规划和措施。

4、积极开展多相作用地貌过程的研究。本文仅是一个开头，不过能够通过对风、水两相作用地貌研究，使我们从这一方面认识到，多相作用地貌与地貌的多代性是有区别的，

二者尽管在某些方面有共同之处,但它们有本质的差别。前者是指某一地貌形态必须由二种或种以上外力相互作用而成,缺一不可;而后者是指在同一地区存在着不同气候、不同外力条件下所产生的不同时代的各种地貌的几何同象现象,其又包括水平多带性和垂直多带性。

小结

1、风、水两相作用地貌及其发育过程,是半干旱气候区具有代表性的气候地貌及发育过程,它与湿润区及干旱区等典型气候区内的气候地貌具有同等重要的意义。

2、风、水两相作用地貌主要分布在半干旱气候区河流受风沙影响的河流两岸及广大黄土高原地区。而且,这种地貌其物质成分具有特殊的沉积相结构,即风力与水力相互作用或替作用所形成的沉积韵律。由于风力与水力交替作用的时间尺度不等,因此,也就表现出多种存在形式。

3、风、水两相作用地貌不仅是半干旱气候区典型且具代表性的现代地貌过程,而且在这一地区,地质历史时期同样有这种地貌作用,只不过是目前我们还难以确定它们当时的分布界线,及其规模罢了。

4、研究风、水两相作用地貌,对半干旱边区的国土整治规划的制定,以及国土开发利用中出现的一系列环境退化(尤其水土流失、沙土等)的治理有及其重要的现实意义,为这些研究及开发治理工作提供了科学依据。

5、风、水两相作用地貌仅是多相作用地貌的一种。广泛开展多相作用地貌学的研究,对于地貌学,特别是气候地貌学的研究有重要的意义。在某种程度上,它将为气候地貌学的研究开拓了新的领域,从而对识别地质历史时期环境演化及将来环境变迁的预测有一定的指导意义。

主要参考文献

- [1]E. Derbyshire, K. J. Gregory and J. R. Hails, Studies in Physical Geography, Geomorphological Processes, DAWSON WESVIEW PRESS, 1979
- [2]中国科学院《中国自然地理》编辑委员会,中国自然地理 地貌科学出版社 1981。
- [3]Arthur L. Bloom, GEOMORPHOLOGY, A Systematic Analysis of Late Cenozoic Landforms, Printed in the united states of America, 1978。
- [4]刘东生等著,黄土的物质成分和结构,科学出版社,1966。
- [5]刘东生等,中国的黄土堆积,科学出版社,1965。