

台維斯地貌学论文选

任美鏗編譯

科學出版社

台維斯地貌學論文選

任美鏘編譯

台維斯地貌學論文選

任美鏐編譯

*

學出版社出版 (北京朝陽門大街 117 號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號

科學出版社上海印刷廠印刷 新華書店總經售

*

1958年11月第一版

書號：1501 字數：148,000

1958年11月第一次印刷

開本：850×1168 1/32

(滬)0001—1,704

印張：5 10/16

定價：(10) 1.00 元

編譯者序言

最近兩年來，我在南京大學講授地貌學基本問題一課，該課最後要批判台維斯和 W. 彭克的理論。由於同學們對他們的理論並不了解，又沒有適當的中文書籍可以參考，故很難深入了解問題，更談不上有什麼爭論或討論。爲了彌補這個缺陷，本人特着手編譯這本“台維斯地貌學論文選”。

這裏不想對台維斯在地貌學上的貢獻作詳細的評價和批判。關於這一問題，K. K. 馬爾科夫(1948 年)和 И. П. 格拉西莫夫(1956 年)已作了公正的評價¹⁾。馬爾科夫總結國外地貌學的理論時說：“能在地貌學這門科學的理論裏留下深刻踪跡者，只有兩人，即台維斯和 W. 彭克。”又說：“理論地貌學的遺產可劃分爲兩個地貌學觀念，台維斯的地理(地貌)循環學說和 W. 彭克的山前梯地學說。”他接着並公正地評述了台維斯學說的優點和缺點。格拉西莫夫論 W. M. 台維斯在近代地貌學發展中的作用時說：“他的科學思想在地貌學發展上具有巨大的、世界性的影響，這個影響包含着巨大的建設性的因素。……台維斯……從普通地質學和自然地理學中分出了地貌學，作爲特殊的獨立的科學，並爲這門科學建立了巨大的和不朽的威望。……從這一觀點來看，台維斯比其他最有名的歐洲或美國的學者之中的任何一位要來得偉大。”因此，對於從事地貌工作的人們，了解台維斯的科學思想的實質並加以批判，仍是必要的。當然，最近二十年來，世界地貌學已有巨大的發展，特別在蘇聯，地貌學密切結合國家經濟建設，尤有創造性的進步，我們在工作中應該全面學習蘇聯的先進理論和方法，台維斯的“解釋描寫法”自然已經過時了，他的地理循環也有其不正確之處。故本書僅供我們了解世界地貌學理論的歷史發展的參考。

1) 見 K. K. 馬爾科夫，地貌學基本問題，地質出版社譯本，頁 301—306；И. П. 格拉西莫夫的論文原載於蘇聯科學院地理叢刊，1956 年第一期(本書附錄)。

台維斯 (William Morris Davis) 生於 1850 年，卒於 1934 年。他在地貌學方面的著作很多，不但包括溫濕地帶的地貌（即“常態”侵蝕循環）、乾燥地貌、冰川地貌、海濱地貌、石灰岩地貌等，而且還研究過珊瑚礁、海底峽谷等問題。他的許多著作，在資本主義國家裏，至今仍被稱為經典性的地貌著作。他的學術論文，據初步統計，約有 220 篇以上¹⁾，許多論文篇幅都很長。在台維斯逝世以後，還發表了經他人整理的討論乾燥區域的流水作用的長篇著作——泥流和泛流 (Sheetfloods and Streamfloods)²⁾。他所著的地貌學專門書籍，主要有珊瑚礁問題 (The Coral Reef Problem) 和地貌的解釋描寫 (Die erklärende Beschreibung der Landformen, 第二版, 1924) 兩書，後者是 1908—1909 年台維斯擔任柏林大學交換教授時所著。

台維斯的 1905 年以前所發表的論文，曾由約翰遜 (D. W. Johnson) 編選，成為一冊，稱為台維斯地理學論文集 (Geographical Essays, 1909 年出版, 1954 年重版)。但台維斯在 1905 年以後，發表了許多重要的論文。在侵蝕循環學說的內容方面作了若干修改和補充，並批判了 W. 彭克的理論。因此，不能認為台維斯的理論是沒有發展的。本書只選譯了他的關於常態侵蝕循環方面的論文七篇，我們認為它們可以代表台維斯的地貌學理論的核心。因為冰川侵蝕循環、乾燥區域侵蝕循環等理論都是根據常態侵蝕循環學說，加以改變，以適合於特殊條件。這七篇論文中，第一至第五篇係根據“台維斯地理學論文集”1954 年版譯出，第六和第七篇則根據其原載的雜誌譯出，卷末並附載 И. П. 格拉西莫夫所著“論 W. M. 台維斯在近代地貌學發展中的作用”一文的譯文（包浩生譯），以供參考。譯文儘量忠於原文，附註亦譯出，附於各篇之末，但為節省篇幅刪去原文少數太瑣細之處，刪去處均經註明。

任美鏞

1958 年 3 月

1) I. Bowman, William Morris Davis, *Geogr. Rev.*, Vol. 24, 1934, 頁 177—181; H. R. Mill, W. M. Davis, *Geogr. Jour.*, Vol. 84, 1934, 頁 93—95.

2) 載於 *Bull. Geol. Soc. Amer.*, Vol. 49, 1938, 頁 1337—1416.

一、地理循環

地形的成因分類 一切不同的地形視三個可變的因素而定，或者如數學家所說，是三個可變因素的函數。這三個可變的因素是構造、營力和時間。在最初，地殼變形和上升的力量決定一區的構造和高度，那時，地表形態與其內部構造是相符合的，它的高度也決定於它所受到的上升運動的數量。假如該區的岩石在外部營力的作用下並不改變，則其地面也將保留不變，直到地殼變形和上升的力量再一次進行作用為止。在這種情形，構造將單獨控制地形。但沒有一種岩石是不可改變的，就是最堅硬的岩石在大氣的侵蝕下也會碎裂，它的碎屑在丘陵存在時循坡滑下或被雨水沖下。因此，任何地形無論多麼高，多麼堅硬，一定要變低，故破壞營力在決定陸塊的形狀時與構造佔有同樣重要的地位。然而，營力不能一下子完成它的工作，因此，變地形所受改變的數量就視時間的長短而定。這樣，時間就成為控制地形的三大因素之一，而且在三大因素中，它是地理描述裏最常用的和最具有實踐價值的因素。

在受三大因素控制的一切地理分類中，構造是分類的基礎。阿列格南 (Allegheny) 高原是一個單位，一個區域，因為在其廣大面積內，它是由分佈很廣的水平岩層組成的。瑞士侏羅山和賓夕佛尼亞州阿帕拉契山是一個單位，因為它們是由褶皺的岩層組成。加拿大的洛倫申 (Laurentian) 高地也基本上是一個單位，因為它是由變動極烈的結晶岩構成。然而，這些地理單位並不像數學單位那樣簡單，每個單位都具有一定的變異。高原的地層並不是絕對水平的，它們可以向這面或那面平緩地傾斜或起伏。侏羅山或阿帕拉契山的褶皺並不都相同，實際上，它們可以更真實地描寫為全都不同的褶皺，但它們却很堅定地保持其主要的輪廓。洛倫申高地的變質岩有極端複雜的構造，目前除一項一項列舉以外，還不能對它加以描述。然而，我們以廣泛的眼光對待這種地區，並把它

作爲一個構造單位，那還是合理的和有用的，雖然它常常不符合於一個簡單的構造型式。決定構造和高度的動力並不屬於地理研究的範疇，但由這些動力的作用所造成的構造却是地理形態的成因分類的主要基礎。在本文中，我們只分別兩大構造類型：第一，水平構造類型，包括平原、高原和它們的變種（暫無簡稱）；第二，變動構造類型，包括山嶺和它們的變種（也沒有簡稱）。第二類型可較第一類型更詳細地分爲若干亞類。

破壞營力是多種多樣的——空氣和水的化學作用，以及風、冷熱、雨雪、河流冰川、波浪海流的機械作用。由於陸地地面大部分主要受天氣變化和流水的作用，故這些可視爲破壞營力的正常類型；沙漠的風和寒漠的冰可視爲正常類型的氣候變種。另列供特殊討論，也需要一個專門章節來解釋波浪和海流對於陸地邊緣的海岸綫上的作用。進行破壞工作的各種營力同時也是地理現象，其中許多已確切被認爲是這樣的，例如河流、瀑布和冰川。但地理學家對它們的研究常常並不包括它們所做的工作，而對它們的工作的研究，由於某些不能令人滿意的理由，却劃入於物理地質學中。在自然地理學中，不應該有這種隔裂營力和工作的情況，當然對活動的營力和營力所作用的被動的地塊分別加以研討，也是有益的。

時間是地理名詞中的一個要素 破壞營力所引起的變化數量隨着時間而增加，但變化的數量或速率都不是時間的一個簡單的函數。變化的數量首先受一區海拔高度的限制。因爲時間雖長，常態的破壞力量並不能把陸地地面蝕低到侵蝕基面以下，冰川和海浪的力量也不能把一個陸塊無限制地蝕低到海平面以下。現在所要研究的是常態營力下的變化速率，它最初是比較小的，後來迅速地增加到最高峯，然後又慢慢地減小到要極長久時間才能達到的最小點。

很明顯，完全蝕去一個堅硬地塊比蝕去一個軟弱地塊需要更長的時間，但目前還不能說：把高地蝕低爲無起伏的低地，其所需時間究竟要多少年或多少世紀。一切歷史時間不過是這一巨大時

間裏的極微小的部分。目前我們所能做的最好只給這未經計量的悠久時間以一個方便的名稱，爲了這個目的，似乎沒有再比地理循環（這一名稱）更恰當的了。若可能在地理和地質單位（指時間）間確定某種比例，則或許可以得到一種方法，把一個平均循環的時間與白堊紀或第三紀等同起來，爲某些地貌學者的研究所指出的那樣。

“理論”的地理學 很明顯，根據構造、營力和時間所定出來的地理分類法一定是高度演繹的。在現在實例中，也有意識地、明顯地是這樣的。因此，我們的分類法就含有很“理論”的氣氛，這是某些地理學家所不贊成的。他們認爲地理學與其他科學不同，只能用某些方法——主要是觀察、描述和概括來發展。我很清楚地知道，由於對想像、創造、演繹和其他足以達到合理解釋的思想方法使用不當，地理學已長期受到損害。但假如要在地理學中排除腦力中的“理論”部分，則無異用一足走路，或用一目觀察，因爲其他科學對“理論”一半和“實踐”一半是同樣重視的。事實上，只是由於認識錯誤，才能產生理論和實踐間的對立。在地理學中，正如在一切嚴謹的科學工作中一樣，兩者是非常和諧地和有效地共同前進的。自然，必須到一切有用的思想方法都已經良好訓練，並應用於地理研究中時，地理學才能達到最高的發展。

以上一切還可用另一種方式來說明。認識一個問題的最有效的方法之一，是對所列事實加以正確的解釋。這樣，理解就幫助記憶。地理形態的成因分類實際上就是對它們的一種解釋。因此，假如這種分類是正確的和合於自然的，它對於從事旅行的、研究的或教學的地理學家來說，應該是有用的。成因分類可以是正確的和合於自然的，因爲地理學者認爲地形是“生來如此”的時代已經過去了。實際上，只有當地理的定義和描述認爲地形是成因不明，並不可能加以合理解釋時，它們才是不正確的不合於自然的。從初級學校最初教授地理時起，對學生應該灌輸一種信念，即地理形態是有意義的，許多地形的意義或成因已經完全明確，故我們有充分理由來推想：一切其他地形的意義在一定時間內將會被發現

的。地球的探險家(即地理學家)應該完全認識這個原理,並有充分準備來應用它,正如天空的探險家(即天文學家)應用物理原理深入到他的望遠鏡、分光鏡和照相機中去一樣。繪製路線圖和測定較重要地點的緯度、經度和高度只是研究的開始,在一切觀察到的事實得到解釋以前,研究是沒有終點的。

但是,必須着重指出,地理學家需要了解他所看到的地形的意義、解釋和成因,只是爲了在詳細觀察和描述地形時能由此得到幫助。假如我們要避免混淆地理和地質研究的對象的錯誤,那必須清晰地承認這條原則,並把它牢記在心頭。地質研究探討過去的變化,以此爲主題,因爲地質學是研究地球歷史的;而地理研究探討過去的變化,只是爲了它們能揭露現在,因爲地理學所研究的主要是地球的目前情況。當構造影響地形時,其實構造幾乎總是影響地形的,它就是地理研究的一個重要因素。現在人們描述韋爾特區(Weald),不會不提到決定該區邊緣丘陵的堅硬白堊岩層。營力對我們的研究也同樣重要,因爲它對於決定地形到處是或多或少地有影響的,而且它到現在仍到處在作用着。實在奇怪,有些地理教科書把風、海流和河流的運動列入於它們的內容,但却完全不討論陸地的風化和碎屑物的運動。時間當然是一個重要的地理因素,因爲在上升或變形的力量最近(以地球時間來算)引起一個新循環的地方,破壞營力只能完成很小的工作,地形是“幼年”的,在歷時較久(上升後)的地方,地面將受較強烈的雕刻。因此,地形成爲“壯年”的,在時間非常長久(上升後)的地方,原來的上升地面已被蝕低成爲一個起伏微小的低地,微微高出於海平面以上,這種地形可稱爲“老年”的。照這樣方式,在一個區域的生命史中,一定發展着一系列的地形,這一系列中的各種地形,初看似乎是各不相同的,但却應和時間因素聯系起來,它們只代表同一構造的不同的發育階段。一個昆蟲的蛹、幼蟲和成蟲,或橡樹子、大橡樹和倒下的老幹是天然聯系着的,代表同一有機體的生命史上的不同形態;同樣,幼年山塊、壯年切割的山峯和谷地,以及老年的山地準平原也代表同一地理單位的生命史上的不同階段。與地形一樣,作用

着的營力也隨着時間的進展，而改變其性質和外貌。一個幼年地形有洶湧的幼年河流，而一個老年地形則將有水流緩慢的或微弱的老年河流。對於這點，下面將作較詳細的論述。

理想的地理循環 地形演變的順序和有機物的更明顯的發育中的變化順序一樣，其本身也具有同樣的系統性。事實上，主要由於這個原因，使地形的成因的研究——某些人稱為地貌學——成為一種實際有用的學問，對地理學家在各方面都有幫助。此點可由對一個理想事例的特殊描述而更加明白。這裏，圖表的型式將是有用的。

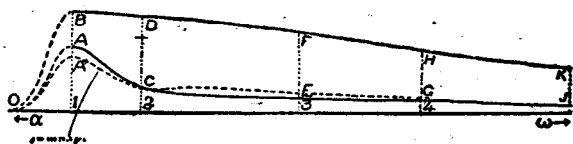


圖 1.

在圖 1，基線 $\alpha\omega$ 代表時間的發展，基線以上的垂直距離代表海平面以上的高度。在階段 1，某種構造和形態的某區上升， B 代表其較高部分的平均高度， A 代表其較低部分的平均高度， AB 即為該區的平均幼年地勢。地表岩石受風化的侵蝕。雨水降落在已受風化的地面上，把某些鬆散的碎屑循幼年山坡冲刷到兩個輻合山坡相交處的窪陷裏去。在窪陷裏，形成了河流，水流方向循着窪陷的傾斜方向。這樣，破壞營力的機構就開動起來，而該區的破壞性的發育也就開始了。較大河流其河床最初在高度 A ，現在迅速切深其河谷，到階段 2，已把其主谷蝕低到較低的高度，如 C 。河間高地的較高部分只受風化的影響，雨水不在那裏集中成為河流，故蝕低速度遠較緩慢，到階段 2，其高度僅被蝕低到 D 。這樣，地表的地勢就從 AB 增加到 CD 。如曲線 $CEGJ$ 所示，主要幹流從此以後加深其河床很慢，但受支流強烈分割的河間高地，其蝕低速度反較主谷的加深為快，這由比較曲線 $DFHK$ 和 $CEGJ$ 即可見之。階段 3—4 是高地被蝕低最快的時間，因此，它與主谷加深最

快的階段 1—2 成強烈的對照。在較早階段，地勢起伏迅速增大，在原有的窪陷之下切割了陡峭的谷地。在階段 2—3，地勢起伏達到最高點，而且由於支谷的溯源伸長，地形的種類也大為增多。在階段 3—4，地勢起伏較任何其他時間降低更快，谷側的坡度逐漸較前更加平緩。但這些變化比過去階段進行得格外緩慢。從階段 4 再向前進，殘餘的地勢逐漸被減削到更小的規模，山坡也漸更加平緩，故在圖上的最後階段（即階段 4）以後的若干時間內，本區只是一個波狀的低地，不論它原來的高度會有多大。後期的變化是進行得異常緩慢的，例如把地勢 *JK* 蝕去一半，其所需時間可能就等於過去所經歷的全部時間。在那時所殘留的平緩山坡上，碎屑的繼續移去實際上一定是極端緩慢的。幼年和壯年山地裏急流泛濫和山崩的頻繁，與剝蝕低地（老年階段）上的緩慢河流的平靜狀態和土壤的緩慢移動成一對照，這也足以顯示剝蝕速率除地質意義以外，還具有嚴格的地理意義。

從上面簡略的分析，可以看出：一個地理循環可分為不等長度的若干部分，每個部分有其獨特的地勢強度和類型，有其特殊的變化速率，並有其循環開始後已完成的變化數量。將有一個地勢迅速增加的短促的幼年期，一個地勢起伏最大和地形類型最複雜的壯年期，一個地勢迅速地慢慢減小的過渡期，和一個地勢微弱、變化特別緩慢的無限悠久的老年期。這些階段或時期之間當然是沒有間斷的；一個階段過渡到下一個階段，但各個階段却各有其他時期所沒有的顯著特點。

順向河的發育 上節只把一個地理循環中所發生的變化的系統順序，繪出極粗略的輪廓。這個輪廓必須立刻重加描述，以便補入較重要的細節。首先，決不能像圖 1 那樣地理解：上升和變形力量進行得如此迅速，以致在上升過程中並不發生破壞性的變化。循環開始時更可能的關係應該是：上升的開始點在 *O*（圖 1），終止點在 1。曲綫 *OB* 和 *OA* 間的差異就表示上升區域的某些部分較其他部分上升較多，從階段 *O* 海平面上無起伏的地面的基礎上，到階段 1 將發展成為具有 *AB* 地勢的高地。就在上升時期內，

集中於窪陷裏的已定形的河流是進行了一些工作的，因此，到階段 1 時，幼年河谷已經深切於窪陷底部，如曲綫 OA 所示。在上升期間，高地也多少受些侵蝕，故即在階段 1 以前的某一時間，也不應該有絕對原封未動的嬰年地面。因此，不能希望如圖 1 所示，找到急劇上升時期的嬰年分水。它分隔着嬰年山坡，後者又下降到嬰年窪陷，在窪陷中則有嬰年河流；即在最幼年的地形裏，我們一定永遠會找到地形在演化順序中已有或大或小的前進。所以，“嬰年”名詞對理想情況比對實際情況更要合適；在論述實際事例時，“順序的”(sequential)及其同類名詞將會更恰當些。直接按照理想的嬰年地形的指導而發生的一切變化可稱為順向的。故一個幼年地形可具有順向分水，它分隔着順向山坡，後者又下降到順向谷地；嬰年窪陷因受順向水系的作用，形狀有所改變，而成為順向谷地。

谷底的坡度 較大河流迅速地——就循環方面來說——加深它們的主谷，這樣，它們的河床只高出於本區的基面不多。但谷底是不能被蝕低到絕對基面的，因為河流必須流向海岸上的河口。因此，在一個完全壯年的河床上，任何一點的高度必須視河流坡度及其距河口的距離而定。這裏，把距河口的距離作為一個常數，雖然較詳細討論時，要考慮到它由於三角洲的生長而延長。如工程師們所習知，河流坡度不能少於一定的最小點，這個最小點是由流量與碎屑或負荷的數量和成分來決定的。流量可以暫時認為是常數，雖然很容易看出，它在常態循環的進行過程中將受到重要變化。負荷在最初是小的，到幼年期地面受陡峭河谷的切割時，它在數量上和粒徑上都迅速增大。在壯年初期，支谷因向源侵蝕而增長，故被蝕的山坡面積增加，因此負荷的數量繼續增加，可能其粒徑並不加大；壯年中期以後，負荷在數量上和粒徑上都繼續減小；到老年期，河流所攜帶的小量負荷顆粒一定極細，或者溶解於水中。讓我們現在來看一看，一條主要河流的最小坡度是怎樣決定的。

為了使問題不至於過分複雜化，我們假定幼年的順向河最初

就具有足够陡峻的坡度，使它們除能把兩旁風化面上冲下來的碎屑帶走外，還有餘力深切到嬰年窪陷的底部以下。這就是圖1中所假定的情況，雖然這種假定顯然與下列兩種情況不符：第一，如地壳運動產生盆地，盆地中必成為湖泊，並必發生沉積（負剝蝕）；第二，如主要窪陷中的河流坡降不大，即在幼年期，已不能運走從陡峭的和長期風化的地面上流下的強大支流所帶來的泥沙。但這些更複雜的例子目前暫可撇開不談。

假如我們循着幼年順向河從上源直到河口，可以假想除在河口一點外，該河到處在加深其河谷。可能在較接近於上源的某一點上，河谷的加深進行得最快。在這點以上，河流的坡度增加，以下的坡度減小。在最迅速加深點以上的河段可稱為上游，以下的河段可稱為下游或幹流。由於這樣系統地產生的變化的結果，河流下游的坡度和速度將減小，其負荷將增加，這就是說，它進行工作的能力在減小，而其所要做的工作則在增加。這樣，原來的能力大於工作的情況將漸被糾正，當兩者數量相等時，河流就達到蝕積平衡(*graded*)。蝕積平衡是吉爾伯脫(Gilbert)所創造的一個簡單名稱，以代替法國工程師們所用的“平衡剖面”這一較冗長的術語。河流達到平衡狀態後，只有在流量和負荷改變其關係時，才能改變坡度，而這類變化是非常緩慢的。

在一個結構勻一的陸塊，上述的河流平衡狀態將首先在河口達到，然後向上游溯源推進。幹流達到平衡時，地形發育進入壯年初期；較小的上游和支流達到平衡時，進入壯年後期；雨後的小澗也達到平衡時，即入老年期。在一個結構不勻一的陸塊，河流將被其所穿過的較弱和較強岩石帶分為若干段；每一個較弱岩石段將以其下游的較強岩石段為基面，在一定時間內達到平衡，因此，該河就將是平靜的河段與湍急的瀑布或急流互相交替。堅硬岩石中的抵抗力較弱部分將以下游抵抗力較強的岩石為基面，慢慢地被蝕到平衡。因此，急流的數目將減少，只有最堅強岩石上的急流將長期存在，但這些急流最後亦定將消滅，那時從河口直到上源將全達平衡狀態。平衡時河流所具的坡度與流量成反比，故在下游被

蝕到幾乎水平以後的很長時間內，河流仍保持坡度陡峻的上游；但到老年期，就是上游也一定是坡度平緩，水流速度中等，而不具有一切急流洶湧的現象。因此，上游湍急，中游和下游平衡的所謂“正常”河流，實際上只是一條壯年發育的河流。幼年河流通常具有瀑布，即在它的下游也是如此；老年河流必然沒有急流，即在靠近上源處也是如此。

假如嬰年順向河由於某種理由不能把沖入到河床中的泥沙帶走，它就不能蝕低河床，反而要加積河床（用薩立斯伯雷(Salisbury)所提出的一個極好的名詞）。這種河流把泥沙中的較粗部分堆積下來，造成一個廣闊的泛濫平原，加積它的谷底，並加陡它的坡度，直到它獲得足夠流速來完成它應做的工作時為止。在這種例子，平衡狀態不是由於切低嬰年窪陷，而是由加積嬰年窪陷造成的。在有盆地的地方，順向湖泊在盆地中形成，水位相當於盆地邊緣最低點的湖的出口。隨着湖口的被切低，湖口成爲一個下降着的局部基面，這就是湖盆加積的基面；在湖泊的消滅過程中，湖泊成爲一個下降的基面，這就是支流平衡其河谷的基面。但正如瀑布和急流一樣，湖口和湖泊的局部基面是暫時的，當正流在壯年初期或後期按着絕對基面而達到平衡時，它們就失去作用了。

支流的發育 支流可分爲若干類型。第一類是循着正流谷地的側坡上的微小嬰年窪地而發生的，它們構成由主要順向河分出的側順向河或二級順向河(secondary consequents)，一般循着地層傾角的方向而流。第二類是循着順向河的谷壁上蝕露出來的軟弱構造，由向源侵蝕而發育的，它們循着地層的走向，完全與嬰年地面的形狀無關，這些河流可稱爲次成河，仇克思(Jukes)描述這類河流的發育時，曾用過這個名詞。第三類表面上似全爲偶然的，不受系統因素的控制，只發育於某些地方；它們在水平岩層或結晶岩層區是常見的。它們究受何種因素的控制，雖尚待研討，但我們可稱之爲斜向河(insequent river)，以表示它們不受明顯的控制。還有其他類型的河流，但由於篇幅所限，這裏不能加以描述。

河流的能力與負荷間的關係 隨着陸塊的分割，順向次成和斜向河充分發育，陡峭的谷坡的面積從幼年壯年初期和中期大為增加。由支流輸送至正流的碎屑主要來自谷坡，因此，碎屑數量隨着分割的加強而增加，到新支流不再生長時，或者到受侵蝕的谷側的坡度的減小足以抵消其面積的增大時，碎屑數量達到最高點。在這裏，碎屑輸送量最大的時間和正流平衡的時間有兩種不同的關係，可以注意由這種不同的關係所產生的結果。假如前者不比後者為晚，則平衡的河流隨着負荷的減小將慢慢地具有更平緩的坡度。但與任何一個時候所輸送的碎屑數量比較起來，碎屑輸送量的變化（數值）幾乎是無限小的，故能力雖然略微超過負荷，河流將基本上保持它們的平衡狀態。反之，假如在正流達到平衡狀態以後，負荷才到最高點，則谷底將由於增加的負荷一部分因堆積而加高，這樣，河流將具有更陡的坡度和更大的流速，使增加的負荷的其餘部分可被運走。因此，前所切割的V形谷的谷底就漸被填充成爲一個礫石泛濫平原，平原表面繼續加高，直至達到最大負荷時期爲止，此後就開始了上述的緩慢剝蝕。所以，在壯年初期，主谷可略微變淺，（如圖1虛綫CE所示）而不是略微加深。但在壯年後期和老年期，幼年期所強烈開始的河谷侵蝕常將緩慢地繼續進行。

分水的發育 在地理循環的系統前進中，分割大小流域盆地的分水（分水嶺）的產生、再分裂、和重新排列是非常美麗的過程。地殼上升和變形的力量比陸地雕刻的營力作用得更要廣泛，故在一個循環的開始，將有數量不多的大河流域盆地，被寬廣凸起或拱曲的平坦山脊所不顯著地分隔着，有時或被斷層的上升邊緣所清晰地分隔着。在幼年期和壯年初期，僅僅側順向河的作用就會將所有的不明顯的嬰年分水削尖，成爲很明顯的順向分水；斜向河和次成河的進一步作用將分割許多順向水系的坡面，成爲次要的流域盆地，彼此間隔以斜向的或次成的小分水。正由於次成谷由河流循軟弱構造帶侵蝕而成，故次成分水或次成山脊是在堅硬構造帶的地方突起的。流域面積的劃分和雨水的逕流在幼年初期

雖然極不完全，但到壯年中期，兩者就已經充分發育。事實上，由於複雜的小分水系統和分水至河流間的坡面的發育，將使雨水的逕流更為迅速，這就使逕流的百分比增加。由此而產生的河流流量從幼年至壯年的增加可能多少足以抵消由河流負荷的增加所引起的沉積的趨向。但是，另一方面，當高地的高度開始減低時，雨量也一定減少，因為大家知道高地對風的運行的阻礙是降水的一個有效因素。雖然，若認為第四紀阿爾卑斯山的冰川由於積雪的山嶺的高度的蝕低，因而引起冰川本身的消滅，這種說法未免過甚其詞，但推論一個陸塊從幼年至老年，降水量隨着高度的減低而減少，那却是完全合乎邏輯的。所以，必須考慮許多因素，才能對河流的生命史作全面的分析。

次成河和它們的流域面積的增大一定侵佔了原來的順向河和順向流域面積。這類變化受傾斜岩層的促進，但不受水平岩層的助力。因此，它們在山地區域普遍發生，但在完全水平的平原上則屬罕見。相近的地層抵抗力有顯著差異，對這類變化也是有利的。由於這樣產生的分水嶺遷移的結果，許多河流循着從軟弱岩層帶蝕出的河谷而流，而分水嶺則佔據沿較強岩層帶突起的山脊。換句話說，幼年期的簡單順向水系已因次成水系的發育而被改變，使河流更多地適應構造，這就是地理循環的壯年期的特點。不僅如此，這類適應構造是河谷中的河流自己蝕成河谷的最有力的證據之一，雖然那也是最後的證據之一；同時，也證明目前進行中的風化和冲刷的緩慢過程，在過去是長期繼續地佔用着的。

在地理發育的進程中，沒有一件事比這樣產生的變化更為明顯。這裏所包含的過程很複雜，現在還不能詳細地把它寫出，但可舉像侏羅山那樣的剝蝕拱曲的水系作為一個典型例子，來加以簡略說明。*AB*（圖2）是一條主要的縱順向河，其谷底由於側順向河*CD*，*LO*，*EF*等的積極供給碎屑，而受一定的堆積。在較早的剝蝕階段，即在堅硬的外部岩層尚未從拱曲山頂蝕去以前，所有的側順向河都發源於峯頂線上。但由於軟弱的下伏岩層的引導，次成河*TR*和*MS*發育起來，成為某些側順向河*EF*和*LO*的支流，這

樣，堅硬的外部岩層就倒坍，並部分被沖去，而許多的小橫順向河也被斷頭。現在，許多橫順向河，如 JK ，已發源於橫嶺 VJQ 的頂部；而上游部分，如 GH ，過去曾屬於它們，但現在已被次成河所奪，以增大較強大的橫順向河如 EF 的流量。同樣的變化也在拱曲山的另一山坡上進行着，因此，我們發現拱曲山脊的原來的順向分水現已被橫嶺所組成的次成分水所補充。若干短促河流，如 JH ，屬於上面未曾提到過的類型，它們循橫嶺的內側流下，注入於次成河 RT 。這些短促河流的方向與原來的順向河相反，故可稱為逆向河。隨着剝蝕作用的繼續進行，橫嶺的邊緣將被侵蝕而離拱曲山頂愈遠；換句話說，次成分水將向着主谷遷移，因此，被奪的順向河上游 GH 將獲得較大的長度，次成河 SM 和 RT 將獲得較大的流量。在這些變化過程中，相鄰的強大順向河 EF 和 LO 間一定會有力量不平衡的情形，這就將使較強的順向河 EF 的次成支流 RT 劫奪較小順向河 LO 的上游 LM 和 SM 。到壯年後期，許多橫順向河的上游將被劫奪，使 EF 河的流量增大，而主要縱順向河在 F 點以上將被減弱，只具有較小的流量。

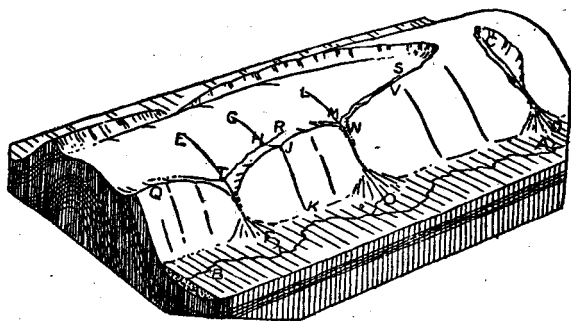


圖 2.

河曲的發育 以上所述，只假定河流垂直地下切其河床，但這並不是完全正確的。一條幼年順向河的河道的每一個曲折使較強水流沖向外岸，因此，每一個不規則的，或者可能是尖銳的彎曲就被切蝕而成爲比較平滑的曲綫。所以，河流將放棄其不規則的幼年道路(圖 3 後面部分)，而形成一個蛇曲的河道，它在一個比最