

土壤侵蝕及其防治

Н. И. 苏 斯 著

水利出版社

本書敘述了土壤侵蝕的一般概念、發生原因及其對國民經濟的危害性，着重闡述了防治侵蝕的農業和林業措施以及簡易的工程建築物，並介紹了為進行防治侵蝕工作所必需的水文學和水力學的基本知識。本書是我國廣大水土保持工作者的良好讀物。

本書由水利部專家工作室黃碧玉、高慶遠、章瑞和劉振聲等四位同志翻譯，由陳益秋同志負責校訂。本書第一章至第六章有水利部農田水利局牛玉清同志參與校訂工作。

土 壤 侵 蝕 及 其 防 治

原 書 名: Эрозия почвы и борьба с нею
原 作 者: Проф. Н. И. Суц
原 出 版 者: Государственное издательство
сельскохозяйственной литературы
原出版年份: 1949—莫斯科
譯 者: 水利部專家工作室
出 版 者: 水利出版社(北京和平門內北新華街 35 號)
北京市書刊出版營業許可証出字第 080 號
印 刷 者: 水利出版社印刷廠(蚌埠大馬路 463 號)
發 行 者: 新華書店

307 千字，插圖 1，850×1168，1/32 開，11 10/16 印張
1956 年 4 月第一版，蚌埠第一次印刷，印數 1—4,600

統一書號 15047.9 定價 (10) 1.70 元

目 錄

第一章 平原地区侵蝕的一般概念

第一節	“侵蝕”的涵義	1
第二節	正常侵蝕	1
第三節	加速侵蝕	2
	表面(片狀)侵蝕(3)——細溝侵蝕(4)——綫狀或溝狀侵蝕(5)	
第四節	風蝕(吹蝕)	6

第二章 侵蝕作用發展的自然歷史因素

第五節	地形	7
第六節	地質構造	9
第七節	气候和侵蝕	14
第八節	土壤的物理化学特性和侵蝕作用	20
第九節	植物和侵蝕	22
第十節	其它生物因素对水土保持的影响	27

第三章 人类的經營活动和侵蝕

第十一節	人类的經營活动与其它侵蝕因素的关系	28
第十二節	人类經營活动影响侵蝕發展的最重要的因素	29
	土地使用和土地规划(29)——坡地的开墾和放牧牲畜(29)	
	——保土森林的大規模砍伐(30)	
第十三節	農業地区的开墾史同侵蝕作用的关系	32
第十四節	侵蝕和苏联歐洲部分主要農作物的分布情况	33

第十五節	外國的侵蝕情況.....	35
------	--------------	----

第四章 侵蝕在國民經濟上的意義

第十六節	蘇聯境內侵蝕的地理分布.....	36
------	------------------	----

侵蝕分割密度(36)——歐洲平原的當地侵蝕基面的深度和地面的平均坡度(38)——遭受侵蝕的面積(39)——侵蝕的後果(43)——侵蝕和地區的干旱(59)——風蝕(60)

第五章 蘇聯歐洲部分平原地區防治侵蝕工作的基本情況

第十七節	革命前防治侵蝕工作的歷史.....	62
------	-------------------	----

對革命前防治侵蝕工作的評價(63)——革命前工作進展緩慢的原因(64)——革命前防治侵蝕工作的主要發展階段(65)

第十八節	蘇維埃時代防治侵蝕工作的發展.....	66
------	---------------------	----

第十九節	防治侵蝕工作的數量指標和質量指標的變化.....	67
------	--------------------------	----

第二十節	水路網(侵蝕溝荒谷網)和侵蝕作用的發展階段.....	69
------	----------------------------	----

淺凹地(69)——侵蝕溝(70)——侵蝕溝的主要組成部分(77)——侵蝕溝荒谷網的支性(78)——侵蝕溝的集水面積(79)

第二十一節	史前侵蝕和現代侵蝕.....	81
-------	----------------	----

第二十二節	侵蝕溝和荒谷系統.....	82
-------	---------------	----

第二十三節	防治侵蝕的土地區劃和農業技術.....	82
-------	---------------------	----

農業地區的土地規劃(84)——集水坡地上幾類最重要的地帶(86)——分水嶺部分和侵蝕溝荒谷部分的特點(87)——鄰近分水嶺地帶(88)——主要侵蝕地帶的利用(90)——輪作制在防治侵蝕中的意義(92)——防治侵蝕的農業技術(97)——調節徑流的農業技術方法(99)

第二十四節	綜合性森林土壤改良工作在防治侵蝕上的作用.....	103
-------	---------------------------	-----

在遭受侵蝕地區里防蝕林的主要類型及其作用和配置(103)——寬闊平坦的分水嶺上的防護林(105)——窄而陡的分

水嶺上和鄰近分水嶺地帶上的防護林(106)——凸形坡地下部遭受嚴重侵蝕的鄰近荒谷部分的防護林(106)——凹形坡地上遭受嚴重侵蝕的鄰近分水嶺部分的林帶和塊狀林(107)——凹形坡地下部遭受輕微侵蝕的鄰近荒谷部分的林分(107)——寬闊的吸水防護林(107)——鄰近荒谷和鄰近侵蝕溝林(108)——荒谷和侵蝕溝邊岸林(109)——底部(溝床)林(109)——不適于農業利用地區上的壠狀造林(110)

第二十五節	植林工作對防治侵蝕的效果.....	110
	護田林帶(110)——防蝕林(114)——荒谷林及其對徑和土壤流失的影響(116)——防蝕林是生產木材的基地(117)	

第六章 營造防蝕林工作的組織和技術

第二十六節	防蝕林中所採用的最主要的喬灌木樹種.....	119
第二十七節	防蝕林的類型和結構.....	124
	在坡地鄰近邊緣部分上的鄰近荒谷林和鄰近侵蝕溝林的類型和結構(128)——防蝕林的生長和發育(132)——溝首沖溝以上鄰近侵蝕溝林的類型(142)——荒谷和侵蝕溝邊岸上的防蝕林(144)——侵蝕溝和荒谷溝底部分的造林工作(153)——寬闊的吸水林帶(158)——在不適于農業利用地區上的造林(161)	
第二十八節	防蝕林的營造.....	163
	造林時期(163)——造林地的整地(165)——苗木的採掘、運送和整理(167)——植樹技術(169)	
第二十九節	幼林的調查和補植.....	173
第三十節	林木郁閉前的土壤管理.....	174
第三十一節	撫育防蝕林的林學措施.....	176
第三十二節	果樹和漿果樹防蝕林.....	180

第七章 防治侵蝕的簡易工程建築物

第三十三節	決定採取工程技術措施的必要性.....	195
-------	---------------------	-----

第三十四節	防治侵蝕的工程技術建築物的種類及其目的·····	195
第三十五節	寬底土埂·····	196
第三十六節	攔水溝埂·····	212
第三十七節	侵蝕溝溝首建築物·····	230
	梢樑陡坡 (231) —— 用切入平台防治溝首冲刷 (244)	
第三十八節	溝床冲刷的加护 (溝底建築物) ·····	251
	編籬和梢樑谷坊的設計 (256) —— 谷坊的放样和施工技術 (258) —— 水磨壩式鋪梢樑谷坊 (263) —— 木制、砌石、 砌磚和混凝土谷坊 (265)	
第三十九節	集水埂和泄水埂·····	266

第八章 黑風暴及其防治

第四十節	苏联領域內的黑風暴·····	272
第四十一節	風蝕的自然条件和引起風蝕的主要因素·····	278
第四十二節	防治土壤吹失措施的方向·····	282

第九章 森林土壤改良实用水文学和水力学要义

第四十三節	地表水的一般情况·····	290
	分水綫、集水面積、流域 (290) —— 流域的水量平衡和徑 流系數 (292) —— 徑流模數和正常徑流量 (294) —— 徑流 的变化 (297) —— 設計流量的确定 (303) —— 設計暴雨徑 流量的确定 (310)	
第四十四節	水力学的基本知識·····	312
	靜水力学 (关于靜止的液体的学說) (312) —— 动水力学 (关于液体运动的学說) (314) —— 白努里方程式 (314) —— 薛齐公式和达尔西公式 (317) —— 水流断面的比能、 臨界水深、水躍 (324) —— 溢流堰 (328) —— 渠道計算 (333) —— 渠道容許流速 (338) —— 渠道里液体的不等速 流 (341)	

参考文献目錄·····	354
-------------	-----

第一章 平原地区侵蝕的一般概念

第一節 “侵蝕”的涵义

Ф.Ю.列維宋—列西格院士在他的“地質学概論”一書中，首先將風化、風化產物的运移以及这些產物的堆積(沉積)作用包括在“剝蝕作用”这一概念中。而对于侵蝕，按这两个字的狭义來講，他理解为地表臨時流水和經常流水以及地下水的活动。

И.С.舒基教授对于侵蝕所下的定义略有不同^①：“剝蝕这个名詞是指借以將岩石風化的疏松產物由其形成的地點搬运到較低的地方，最終达到平衡状态并沉積下來的各种作用的總称。

剝蝕分为綫狀剝蝕和片狀剝蝕兩種。有时人們將剝蝕的概念僅限于后者（即片狀剝蝕），而將綫狀运移列入侵蝕的名义下”。

Л.И.普拉索洛夫院士在侵蝕的概念中列入下列內容：

所謂“土壤侵蝕的一般概念，是指水流和風破坏及运移土壤和疏松的岩石的各种各样極其廣泛的現象。”

我們以 Л.И.普拉索洛夫院士关于侵蝕的定义作为本書的基礎，因为他的定义最符合于这种作用的内容和表現形式。

第二節 正常侵蝕

按照發展的性質、外部的表現形式以及破坏的程度，侵蝕可分为兩種基本形式：正常侵蝕和加速侵蝕。

正常侵蝕主要取决于地形和气象条件。它發生在有坡度和徑流的地方。

① Н.С.舒基教授：“普通陸地形态学”，1937年。

正常侵蝕進行的速度非常緩慢，不易被人察覺，而且實際上不致造成危害。

這種侵蝕的結果，是表土層在無形中受到損失（在風和雨的影響下），但是這種損失通常又靠土壤形成過程不知不覺地補償過來。土壤學家們認為這種作用是土壤所特有的、不斷地進行着的、無形的、有利的更新作用。

第三節 加速侵蝕

在正常侵蝕中，在表土層的消失同由風化的疏松產物堆積的新的土層的形成（增加）之間存在着暫時的平衡，但是這種平衡隨着人類在歷史舞台上的出現及其對土壤的影響而遭到了劇烈的破壞。

不合理地開墾原始草原、掠奪式地砍伐森林、過度地放牧對於天然草本植物的破壞以及人類其他不合理的經營活動，改變了自然侵

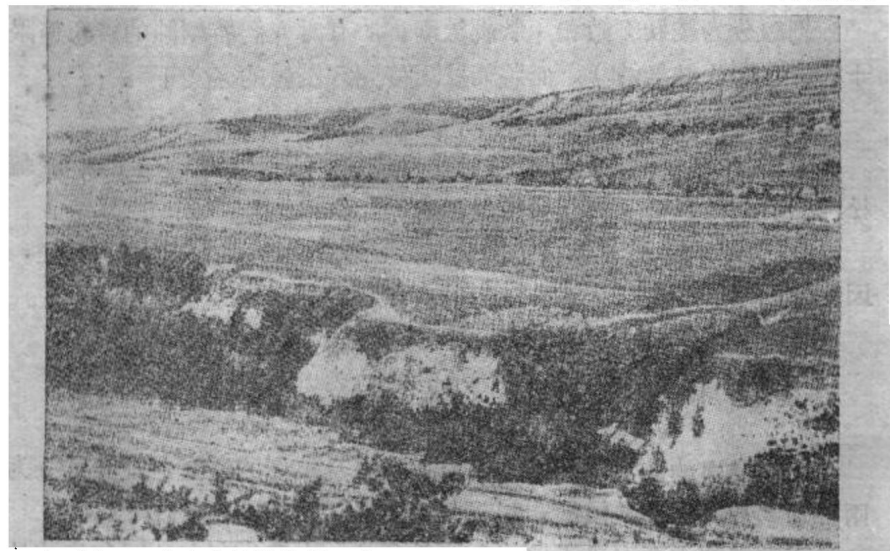


圖 1 在土倫建造地層下的灰礫和聖托建造坡積層中的細溝冲刷。
薩拉托夫省下班諾夫卡村“普斯托班”侵蝕溝荒谷系統的集水區。C. 納吳莫夫攝

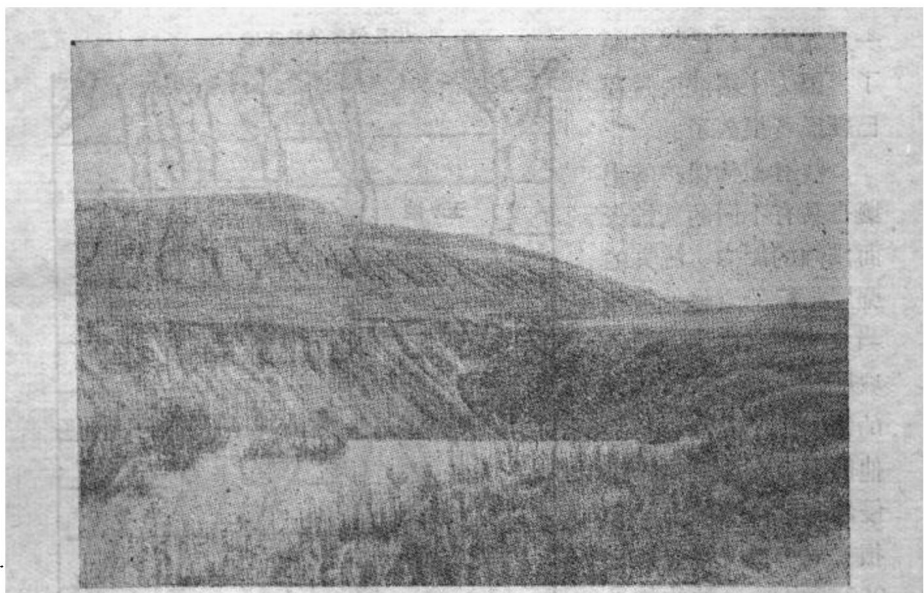


圖2 坎佩和聖托建造上白堊紀沈積物內坡積層中的細溝冲刷（轉变为水蝕穴）。薩拉托夫谷下班諾夫卡村“普斯托班”侵蝕溝荒谷系統

蝕的速度，加速了侵蝕的過程，在一年或甚至一天中所流失的表土相當於在正常侵蝕條件下幾百年或幾千年的流失。在外國，特別是在美國，可以見到侵蝕作用發展的悲慘結果。這種侵蝕稱為加速侵蝕。

根據坡地的坡度、徑流的強度、徑流的特征和其他種種因素的不同，加速侵蝕可分為如下三種：（1）表面（片狀）侵蝕；（2）細溝侵蝕；（3）綫狀或溝狀侵蝕。

表面（片狀）侵蝕

在坡降平緩而且一致的條件下，流水層的厚度不大而且相同，同時所產生的土壤侵蝕也很均勻。在侵蝕過程中，裸露的土地所損失的土粒無疑要比有植物覆蓋的土壤多得多。這種最不顯著而又最危險的侵蝕形式稱為片狀侵蝕。

片狀侵蝕進行的速度一般很緩慢，以致農民們不易覺察出來，而

一旦觉察，就已经太晚了，因为土壤流失过程已经进行很久了。

没有植物保护的土壤也具有不同的抵抗表面侵蚀的能力。流失的强度指标的变化一般相当大。它取决于坡地的坡度、降雨的强度、土种的物理化学特性以及其他因素。极明显的表面侵蚀每年每公顷土地上损失的土壤介乎 1.5~222 吨之间，这约相当于厚 0.1~15 公厘的土层。如果对片状侵蚀不加以适当的防治，则它多半会发展为下一种形式——细沟侵蚀。

细沟侵蚀

细沟侵蚀的一般表现形式是极不显著的小溪状冲沟(深度达 20 公分以上的凹沟)。这种冲沟的方向一般是沿坡地直线往下；但在个别情况下，小溪状冲沟也可能形成极其复杂而紊

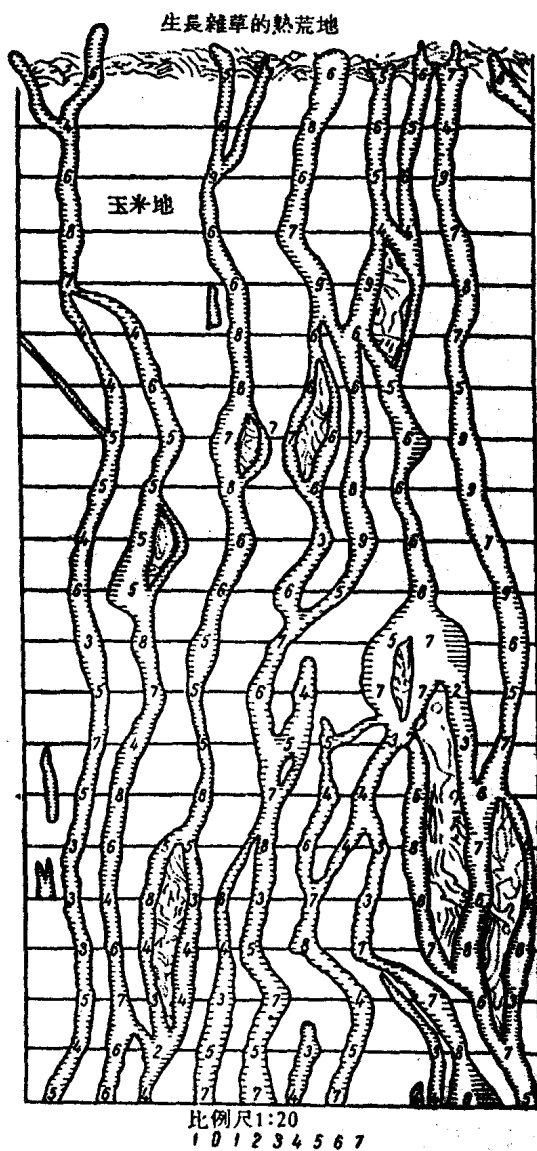


圖 3 在西向方位 15° 坡地下部玉米地上一大降雨所造成的細溝狀沖溝。烏克蘭蘇維埃社會主義共和國米舒里果村(德聶伯河右岸)。(根據 M.M. 德留欽柯著:“蘇聯的防治土壤侵蝕”蘇聯科學院出版)

乱的侵蝕網。

当均匀的不厚的層狀徑流（無植物保护的地表）轉变为具有較强烈的冲刷能力的小溪狀集中徑流时，就產生了这种冲溝（圖1、2和3）。

細溝侵蝕按它的表現形式來說已經是一种比較顯著的侵蝕。虽然如此，農民們还是往往忽視它，不重視它的重大意义；加之在輪流翻耕土壤的条件下，深度不大的細溝狀冲溝很容易被填平。其实，細溝侵蝕对農業的危害并不亞于片狀侵蝕。

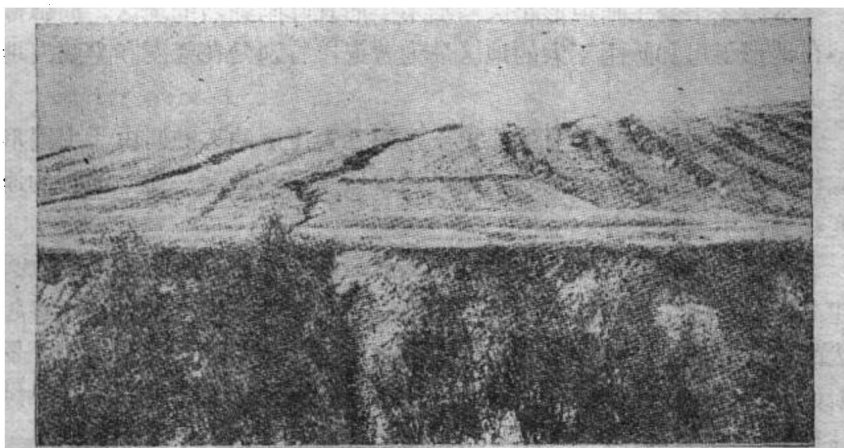


圖4 薩拉托夫省下班諾夫卡村“普斯托班”侵蝕溝荒谷系統的南向坡地上水蝕穴的形成。C.納吳莫夫攝

綫狀或溝狀侵蝕

地表徑流繼續集中的結果，細溝侵蝕就轉变为下一个階段——溝狀侵蝕。溝狀侵蝕發生在細溝侵蝕發展初期沒有采取任何防治措施的地区。在大多數情況下，溝狀侵蝕破坏土壤的程度是極為嚴重的，它是人类不合理的經營活动所引起并加强的加速流失作用的結果。

由于在徑流集中的天然低凹处能產生侵蝕溝，所以在順坡自上而下播种的作物的行間、沿不合理开挖的溝渠、沿道路的边溝以及沿陡

坡上由于經常放牧为牲畜踐踏所形成的小徑等，都可能形成侵蝕溝。

按受損害的土地面積來看，溝狀侵蝕远不及片狀侵蝕和細溝侵蝕的範圍大。

第四節 風蝕(吹蝕)

按破坏程度和所損害的地区面積來說，風蝕的嚴重性并不次于水蝕。

水蝕多半發生在地形起伏極端不平而且降雨強烈的地区；而風蝕却在地形平坦和降雨不大的地区最为普遍，特別是在荒漠和半荒漠地区。

在正常的植物覆盖層的保护下，而且表土層的吹蝕同由于土壤形成作用的恢復几乎相等的話，則風蝕就像正常的水蝕一样，進行的速度很慢，不易被人覺察。

气流以及在剎那間發生的空气渦流运动，常將为數不多的土粒吹起來，并从一个地区挾帶到另一个地区去。但是在地形平坦或微有起伏的無林的地区，以及在大片面積沒有植物覆盖的地区（烏克蘭、羅斯托夫省、克拉斯諾达尔边区、西西伯利亞等地的草原地区），風蝕往往达到驚人的程度。

在干旱和半干旱地区，風蝕的破坏最为嚴重。

革命前，風攜帶砂粒的現象在我國極為普遍，它不但發生在荒漠和半荒漠地区，而且發生在草原、森林草原以至森林地帶。

第二章 侵蝕作用發展的自然歷史因素

影响侵蝕作用發展的方向和速度的各种主要因素，可分为下列兩種基本类型：

(1) 自然歷史因素；

(2) 社会經濟因素（人类的經營活动）。

影响侵蝕作用發展的最重要的自然歷史因素乃是：地形、地質条件、气候、植物覆盖層以及土壤的物理化学特性等。

第五節 地形

当坡地在稠密的乔灌木或草本植物的覆盖下，地形对侵蝕作用發展的影响就大为削弱。但在种植農作物的耕地上，地形在侵蝕作用的發展上起着主導的作用。

根据水流运动的基本法則，地表徑流以及隨着徑流而產生的土壤流失和冲刷現象，僅在傾斜的表面（坡地）上才有可能發生，并且隨着坡度的加大，流水的速度也隨之按照一定的規律而增加。

根据水力学的定律（受理定律），流水所能挾帶的顆粒的重量（或体積）同流速的六次方成正比。例如，如果流速增大一倍，則它所能轉移的顆粒的重量（或体積）就可能增加到 64 倍以上。但是这个定律僅是屬於理想的情况，在自然界中这种情况还从來沒有發現过。

根据現有的觀測資料可以有理由認為，在自然条件下水所能挾帶的顆粒的重量（体積）同流速的五次方成正比，即如果流速增加一倍，則水所能轉移的顆粒的重量（体積）增加到32倍或稍小于32倍。

應該指出，上述資料僅僅是对于單个顆粒的大小而言的，而不是

对于水所挟帶的物質的總量而言。这个問題在科学書籍中尙未獲得充分的闡明。

但是，現有的資料足以証明，在自然条件下水所能挟帶的物質總量的变化大約同流速变化的四次方成正比，即如果流速增加一倍，則水所挟帶物質的數量就增加到 16 倍。由此可見，侵蝕的破坏作用同当地的地形和泄水坡地的坡度有着密切的联系。

从下列說明中也可看出這一點，即泄水坡地面積及其坡度的大小，取决于河谷附近侵蝕溝荒谷網密度的大小以及当地侵蝕基面的深度。

И.С.舒基教授对于侵蝕基面的定义如下：

河流（荒谷、侵蝕溝）底部任何高度上比較固定的點称为水道在此點以上部分的侵蝕基面；侵蝕基面决定着此地河床在相当長时期內的高度以及河流各點的侵蝕深度。

海平面乃是一切流入海中的（直接流入的或經過其它河流間接流入的）河流的總侵蝕基面。这个侵蝕基面可以認為是固定的。

此外，还有当地的或者臨時的侵蝕基面，这种基面由于它的高程的变化緩慢，所以实际上可以認為是固定的。

例如，橫断在河床（荒谷或侵蝕溝）某处的坚固而又不受侵蝕的石灘，就可能是这种当地侵蝕基面。如果河流流入湖泊或其他侵蝕緩慢的河流中，則該湖泊或河流的平面就是这条河的当地侵蝕基面[●]。

С.С.索保列夫教授对于侵蝕基面的定义如下：

“侵蝕基面一般是指这样的水平面，在这个水平面內流动的水流、股流、小溪、河流和溪澗失去了它的冲刷能力，因而在它以下的水流已不能冲刷地面。对于流入海中的河流來說，海平面即是此河的總侵蝕基面，而对于流入河中的荒谷和侵蝕溝來說，在匯合处河流的水平面即为当地侵蝕基面”[●]。

● И.С.舒基教授著：“普通陸地形态学”，第 93 頁。

● С.С.索保列夫：“苏联歐洲平原土壤侵蝕的分区試驗”。

在防治土壤流失和冲刷方面，当地侵蚀基面的深度对我们有着如下的意义：分水岭高出河流水面的高度、坡地的坡度、雪水和暴雨水的流速随着当地侵蚀基面深度的增加而加大，因而侵蚀作用也随之增强。

所以研究和了解我国的地形，不但对于区分侵蚀最严重的地区，而且对于合理地设计防治侵蚀的措施，都是十分必要的。

对于认识苏联欧洲部分的地形，以及判断侵蚀沟荒谷网的分布密度、当地侵蚀基面的深度和地面的平均坡度，苏联科学院道库卡也夫土壤研究所的研究工作具有很重要的作用。

土壤研究所首创地编制了土壤侵蚀图（比例尺 1:5,000,000），这对研究和考虑侵蚀作用以及规划防治侵蚀的工作有很大的帮助。

冲沟的发展主要取决于落差，而冲沟的构造对于当地的地形又有着很大的影响。

第六節 地質構造

关于苏联辽阔领域上不同地区的地质构造对于侵蚀作用发展的影响的问题现在还没有加以充分的研究。

虽然道库卡也夫土壤研究所所进行的有系统的踏勘在一定程度上弥补了这个缺点[●]，但是对于最终那怕是近似地解决上述问题，还需要继续进行紧张的工作。

在 И.С.舒基教授的“普通陆地形态学”、В.馬薩爾斯基的“俄罗斯黑土地带侵蚀沟”以及许多其他作者的著作中，都有关于地质构造影响的资料，这些资料虽然是片断而无系统的，但却是很重要的。

为了比较系统地阐述起见，我们首先讲述在苏联欧洲部分南部的黄土和黄土状粘壤土上、伏尔加河右岸的坡积冲积粘壤土上以及伏尔加河左岸的梁地粘土上明显而极为普遍的垂直侵蚀。

在黄土状粘壤土和黄土以及坡积冲积粘壤土上沟状侵蚀广泛发展

● С.С.索保列夫：“苏联欧洲平原土壤侵蚀的分区试验”。

的原因，是由于这些土壤易受冲刷以及它有着形成垂直節理的傾向。

但是，根据道庫卡也夫土壤研究所的資料，唯有在当地侵蝕基面相当深的条件下，黃土的这种特性才能表現出來。如果黃土区的当地侵蝕基面不很深，則一般的还没有見到形成侵蝕溝。

冰水沉積砂土、古代冲積砂土和風積砂土，同黃土正相反，缺乏劇烈發展溝狀侵蝕和片狀侵蝕所需的条件；在这些砂土中所形成的冲溝有时具有下列特點：边坡平緩，迅速地淤積并淤平（B. 馬薩爾斯基）。其原因如下：砂積層具有高的透水性，砂積層上根本不發生地表徑流（特別凶猛的暴雨除外），沿河的砂地高出河流的枯水位不多。

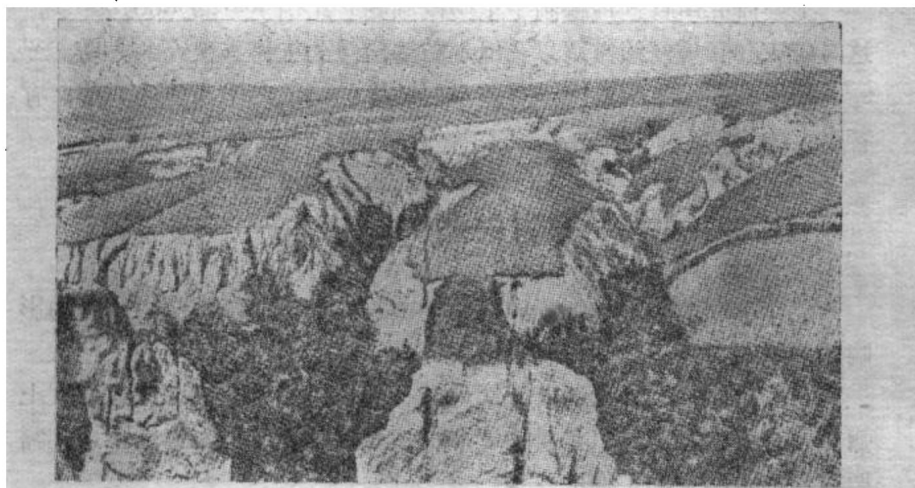


圖5 薩拉托夫省下班諾夫卡村“普斯托班”侵蝕溝荒谷系統南向坡地上的冲溝。土命建造上白堊紀坡積層。C. 納吳莫夫攝

根据 C. C. 索保列夫教授的資料，在个别情况下，如果表面砂土層底下有不透水的粘壤土，而且当地侵蝕基面很深，則在冰水沉積砂土、古代冲積砂土和風積砂土上，侵蝕作用的發展也可能相当强烈。

在砂土坡地上，如果它的分水嶺是由粘壤土冲積物構成的，且能產生強大的雪水和暴雨徑流，則也可能發生侵蝕作用（流失和冲刷）（C. C. 索保列夫）。

砂土和砂質土，遭受水蝕的作用比較差，但是遭受風蝕的作用却極為強烈。這種風蝕已遠遠地逾越到干旱草原地區範圍以外，甚至廣泛地發生在森林地區（烏克蘭、白俄羅斯和麥紹爾低窪多林地帶）。

在冰磧巨石粘土、粘壤土和砂土沉積區內，片狀侵蝕的發展比較強；溝狀侵蝕在這裡一般很少發展，而且多發生在河流兩邊的高岸上。

通過塑性肥粘土的侵蝕溝，一般都不深，它形成平緩的、不斷坍塌的、容易滋生草木的溝壁，支溝很少，易于和相鄰的高原匯合。

這種類型的侵蝕溝常見於奧卡河流域比較下游的部分。該處侏羅紀粘土高高地聳立在坡地上，而下面的黃土狀粘壤土和砂土的厚度則不大。高爾基省內的侏羅紀肥粘土上的侵蝕溝完全具備這種特點。這種侵蝕溝的形式儼如荒谷，而且有這樣的特點，只要根據它們的形狀，就可以斷定發生層的侏羅紀年代。

高爾基省切斷雜色岩石（縫軋建造）的侵蝕溝也具有某些特點。就它的典型的發展來說，侵蝕溝的特點是非常深，而相對地寬度卻不大。溝的边坡，無論是上部或是中部，都很陡，並且常常是垂直的；而溝底則一般非常窄，往往呈難以通行的裂縫狀。它有許多支溝，支溝以極快的速度向長的和深方面的發展。

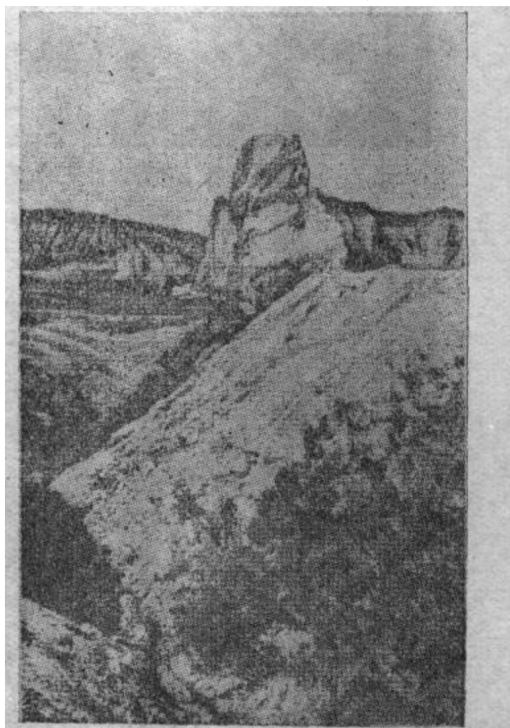


圖6 上白堊紀沉積層兩岸的沖溝。白堊紀沉積層上覆蓋着坡積層。薩托拉夫省下班諾夫卡村“普斯托班”侵蝕溝荒谷系統。C. 納吳莫夫攝