

苏联的土壤浸蝕及其研究 美国的土壤浸蝕 有关中国水土保持試驗站工作方面的意見

中国科学院黄河中游水土保持
綜合考察队中苏联合队队长

Д.Л. 阿尔曼德

黄河水利委员会水土保持試驗研究訓練班讲义之十三

1958年4月

苏联的土壤侵蚀及其研究

中国科学院黄河中游水土保持综合考察队

中苏联合队队长 Д. Н. 阿尔曼德

苏联的自然条件与中国极不相同，因此土壤侵蚀过程在许多方面亦不相同，特别是地形方面的差异。在苏联的主要侵蚀地区的地形起伏都较平缓，类似中国黄土地区所具有的陡坡在苏联是遇不到的，几乎所有的耕地都分佈在不超过 10° 的坡地上。乾沟的下切深度虽然不大，但却形成了稠密的沟网，这是一个奇怪的现象，为什么能在这些平缓的坡地上仍然产生着侵蚀呢？要了解这点，必须知道革命前俄国及苏联近几年来农业发展的历史情况。

革命前在俄国土地不属于个体农民，而是属于整个村庄所有。经常农民们集合起来分配土地，按人口分到一小块土地来临时耕种；当家属人口有变动时，所有的土地又得重新分配和重新划地界。土地质身总是沿着坡面逐渐变化；在分水线上的质身比起谷缘线上的质身是有所不同。为了好地和坏地能够公平地分给每一个人，所以土地总是沿着坡面从上而下的划成些狭窄的长条形来进行分配。在这种分配制度下雨水和溶引水就自由地顺着田界（田地间的界线）和犁沟往下流，因此土地就冲成了切沟，这些切沟以后就发展成为冲沟。这样在俄罗斯的土地上就开始了侵蚀。

大家都知道侵蚀的表现形式有两种：一种是土壤均匀的片状冲刷，另一种是沟状冲刷，也就是切沟和冲沟的发育。不论片状和沟状对于苏联和中国说来其影响是不同的。在中国的黄土地区对于片状的侵蚀（片蚀）注意得较少，因为土壤下层的黄土其本身就具有某些肥力，如果土壤被冲刷去后，农民就在黄土上施少量肥料进行播种，虽然产量不高，但仍然有收获。苏联在很多地方土壤是特别肥沃的，但其下部却完全是贫瘠的底土（岩石）。如果上层土壤被水冲走后，则土地就完全不能播种，而且恢复起来也很困难。所以在苏联的土壤片蚀是一种威胁性很大的侵蚀形式，同时这也是一种最为广泛的侵蚀形式。

第二种侵蚀形式是沟蚀，此种侵蚀也具有其本身的特点。因为冲沟大多都沿着平行的长条形田界发展着，就是这些冲沟的排列就类似一把梳子的梳齿一样。在梳背上伸展着乾沟。水就从所

有的侧冲沟（坡面冲沟）流入乾沟内。结果就在乾沟的底部形成了大的底切沟，类似这种沟网形式在革命后运用拖拉机翻耕时就带来了很大的害处。

革命后农学家们就懂得了：如果土地仍继续顺坡面翻耕，侵蚀是不可能制止的。因此，在国营农场建立之后，农学家们建议横着坡面进行翻耕（沿等高线翻耕），但实际上实行起来很困难，因为两个冲沟之间的距离很小，拖拉机不得不在田面上不断地弯转，这样就需要花费很多的时间和燃料。而且所犁耕出的土地也不平坦。因此，拖拉机手仍然顺着坡面翻耕，这梯就更促进了冲沟的发展，甚至在那些没有冲沟的地方，即使是横着坡面翻耕，仍然帮助不大。在这些地方顺着坡面有着许多浅洼地，要将这些洼地填平需要很多的土方，是不可能的。拖拉机只能翻松表土层，而雨水却将这些疏松了的土冲走，这样洼地（浅沟）逐年变得更深。最后，同样也就发展成为冲沟。从这个例子就可以看出，如果在土地耕作上犯了一次错误，那就给侵蚀创造了一个开端，那么在以后数百年内，甚至在高度的技术水平情况下，也很难弥补这种危害。

在苏联的欧洲部份侵蚀最为强烈，那里的农业发展的最早，而人口也很稠密。主要的侵蚀地区乃是强度割切的高地：俄罗斯中部高地，伏尔加高地，奥阿佐夫——巴多利斯卡亚（Азово—Погорельская）和卡尔巴特及高加索山麓地区在中亚细亚侵蚀多发生在人工灌溉地区内，在西伯利亚则是大河沿岸一带。

除了侵蚀之外，尘暴也带来很大的危害，尘暴刮走肥沃的表层土壤，使农作物的根部露出土外，使其受到摧残，而在另外一些地方沙土积聚成堆，埋没了田地，甚至树木。最后，即第三种灾害——乾风，这种风虽然不大，但却异常乾燥和炎热，它虽不能将土壤吹走，但是却使土壤变得异常乾旱，使所有的植物都因丧失水分而枯萎。

在农业集体化后农业技术得到了大大地改善。在苏联的大部分地区土壤水分的主要来源不是雨水，而是春季的^水溶雪。在以前大部份溶雪水都白白地流入冲沟内，这些水不仅没带来益处，相反却引起了泛滥，泛滥后经过一个月，田地便又开始乾旱。当开始采用拖拉机翻耕时，土地翻耕的深度从以前的10—15公分增加到25—28公分。此外，过去土地在春季前是不进行翻耕的，而现在从秋季就开始翻耕，因此，在春天以前土壤就很疏松。这样

更多的灌溉水就能渗入地并保存起来供农作物利用。在那些横着被压进行翻耕的地方侵蚀就有所减小。但是这仍然不是所有的地都实行了，或实行得够了。因此，在1948年拟定了一个改造大自然的计划，其中包括下列几个方面：（1）在集体农庄和国家农场中建立起防护林带网，用来保护田地免受侵蚀、虫害和干旱的危害。林带总面积约6百万公顷（九千万亩）。（2）建立起极长的国家防风林带，从北向南阻截从中亚细亚吹来的^{北风}。（3）实行带有多年生牧草的轮作制。（4）建立约四万个貯水池。

改造大自然的计划没有十分理想的成功，这是因为在实施的过程中产生了某些错误：

国家防护林带的生长和发展都很好。它证明了，甚至在干旱的草原上种植树木也能防护得很大成功，但是要想阻挡乾风还是不可能的。研究证明：每条很宽很长的林带，其所能起防护作用的范围，都不超过林带本身高度的20—30倍，在林带树高15公尺时，其防护的范围约400公尺。而国家林带相隔的距离大都为100—200公里。这也就说明营造狭窄的，但彼此分佈的距离较近的林带更为有利，也就是说集体农庄的林带也必须这样来建立。但是过去因为栽种的方法不正确，所以大部分都未成活。

为了节省造林的劳动力，苏联森林部建议采取穴播法——即在一个坑内撒下许多种子，森林部说：使用这种方法以后，在它们之间就可不需要锄草和松土，因为它们本身就能互相保护不受杂草的排挤，还有一种更好的方法，是将树木种在禾本科植物的覆盖下，但是事实上这种理论并没有被证实。杂草夺去了没有抗病的幼树的水份，使其枯死。禾本科植物不仅不能保护树木，而且还夺取了供树木生长的最后的一些水份。同时，林带一下子就栽种得这样多，急需进行很好的抚育，但是由于农民的劳动力不足，而没能作到。另外一个错误是没有考虑到地区的自然特点，不论北方和南方，山区和平原都提出同样的整地和耕种方法及同一种品种——橡树，虽然在很多地区的气候和土壤对于这一品种完全是不适合的。当然，大自然也不宽宥对它本身采取这种轻视的态度，结果很多集体农庄的林带都没有成长起来。

这一种公式化的方法同样在实行牧草轮作的方法上也表现了出来。这种轮作方法到处都在推广，但是却并没有在不同的地区选用不同的多年生牧草品种以及不同的农业技术，结果在干旱地带牧草产量很低，更没有带来多少好处。

水利工程措施重视得也不够，过去也没有把它列入规划之内。

但主要的缺点是缺乏综合性。没有进行地区专门的水土保持规划。由于没有这种规划，所以所有的其他措施也就不可能与自然灾害进行充分的斗争。过去也没有制造出轻便和灵活的拖拉机和其他农业机器。这些机器能够横着坡内，甚至在雨冲沟内狭窄的地块上以及新的林带间进行翻耕。过去的大型拖拉机仍然是顺着坡内行进翻耕。为了耕作方便林带内的距离不得不隔得很远，因此这些林带就没有起有力的防护作用。

在抚育工作做得较好的地方林带就成长了起来，大大地提高了农作物的产量。在干旱时期进行的大规模调查工作证明：

在平均距离林带二百公尺范围之内每公顷产量增加1.5公担（20斤/亩）。改造自然计划所出现的一些错误必须加以总结，以便在今后的不再重复这些错误。

从1954年苏联政府就开始注意。另外一种措施，需要迅速提高国家粮食作物的生产量。这方面最简单，最经济的办法那就是扩大粮食作物的播种面积。在苏联的东部即伏尔加河东岸，高加索，西伯利亚西部和阿尔泰地区都还有很大数量未开垦的荒地。所以人民的一切力量及经费都投入了开垦荒地。政府这些考虑是正确的：苏联粮食作物的收获量也的确因此得到大大地增长。这样人民的物质生活不仅得到了提高并可以向国外输出很多产品但是在和土壤侵蚀作斗争方面则注意较少关于这方面可以这样来说明：由于侵蚀在苏联虽然也是一个大害，但其程度却没有像在中国和美国那样严重。

生荒地大都是介佛在干旱的地带，因此在那里威胁最大的是乾风和风蚀。在最初的年代里对这方面很少加以注意，每年只是播种小麦，防护林带也没有建立。当土壤还保持着良好的结构（粒状结构），即在生荒地中的那种良好结构时，在这方面还没有什么大的害处。但在四年内土壤就开始变瘠，土壤开始变为粉状，所以在1957年发生强烈的旱灾时，便出现了尘暴。

现在在过去的生荒地上开始了农业技术的改革。开始实行正确的轮作制，採用高杆作物作屏障，并开始营造林带或者建立防护草带。特别是在沙漠土壤的地方，采取所有这些措施更是特别重要。

目前对于重新开展改造自然方面的工作已创造了有利的条件所有最好的土地已经被开发利用，今后开发土地首先需要进行一系列的土壤改良工作，因此在这方面进行的速度要缓慢些。所以

更多的注意力就将放在对老耕地的土壤保持和改良上。此外，在苏联近来开始制造小型的拖拉机和农业机械。这些机器在丘陵地区和那些切割的小块的坡地上使用起来很方便，而且能够进行正确的翻耕。最后，极为重要的一项措施，是拖拉机站的农业机械和拖拉机转交给集体农庄自己掌握。这样，集体农庄就成为一个整体的经济单位，而且又掌握有自已的生产工具，那么就更会加强他们对土地的责任感；同时，他们掌握了一切必要的工具，用来正确而精细地进行土地耕作。

苏联的一些科学研究机构为了在将来开展群众性的水土保持工作能有更好的准备，对于侵蚀和对它作斗争的方法一直都在进行着研究，现在谈一谈主要的一些研究所在这方面所做的一些工作。

1952年苏联科学院地理研究所和森林研究所联合组成了一个侵蚀考查队。该队的主要目的是进行林带的调查，找出林带配置、栽种方法中所存在的缺点，并对这些方法提出改善的意见。考查队同样也进行了很多水土保持措施方面的研究。工作的进行是采取普查和重点研究的方法。每一重点研究的时间约为二月，研究了坡度、径流线长度、坡形及土地翻耕的质量对于田垅的片状侵蚀及沟状侵蚀强度的影响，研究了天然草层防止侵蚀的作用，进行了那些又能保护土壤，同时又是很好饲料的牧草选种工作。这些研究所的成果都述叙在三个彙集中，其中两集现已出版，而第三集亦正在刊印中。此外，还编制了防护林带网的规划手册。

侵蚀考查队工作的另一个方面是计算侵蚀所带来的危害，并向大家证明与侵蚀作斗争的重要性。由于这种目的，考察队亦进行了侵蚀分佈和威胁最大的二个地区的侵蚀区划。将旧的地形图加以研究并与现在的图相比较，而从中看出冲沟在数量上和长度上增长的情况。在试验小区内仔细地对农地细沟的容积进行测定，而根据其容积的扩大来计算一年内有多少土被水从田面上冲走。最后，考察队还研究了侵蚀对集体农庄经济的影响。这方面的研究是在同一地区内选定了二组集体农庄，一组是在侵蚀强烈的地带，而另一组则是在侵蚀较弱的地带。将他们二组的情况加以比较，侵蚀研究使产量、劳动生产率和庄员的收入降低了多少。

在1958年地理研究所开始了新的为期七年的工作，编制全苏土壤侵蚀因素（原因）区划图（比例尺五万分之一）。在区划中注意研究以下的一些因素：自然地带（森林、森林草原、草原或半荒漠）、地形的切割程度（山脉、高地或者是平原）、地表径流的数量、冬季和夏季降水的情况及其他一些因素。根据研究结果在图上将分出很多地区类型，并将为每个地区类型拟定出综合水土保持建议。这项工作同时也能够使我们正确地估计出在苏联有多少地区受着各种各样的侵蚀。这个区划工作将根据现有的详细的有关图册及其说明书，通过航空摄影底图的研究来进行。在那些资料还不充足的地方将进行普查研究。

设立在莫斯科的科学院土壤研究所，和地理研究所一样，在苏联各个地区有着自己的研究基点，实际上这些基点也就是与研

究所签订合同的那些先进的集体农庄。研究所答应帮助这些农庄制订出一些水土保持的方法，而集体农庄也同样在自己的部份土地上按照研究所所提出的方法进行工作，如此这些方法就能得到很好的评价。这些工作是在索保列夫教授领导下开展的，特别注意了水土保持农业措施方面：用无犁壁的犁翻耕，加深耕作土层，实行生草休闲等措施，以及采用在埂上种植作物的宽埂。同时进行控制和调节雪融速度的试验，这种试验的目的是为了减少雪路水流入冲沟，而使它们能更多地渗入土内。土壤研究所同样也在研究林带对土壤渗透性的影响。

在实验室里进行各种土壤的抗蚀稳定性的测定，然后就找寻各种增加土壤稳定性的生物和化学的措施。例如，正在试行用一种胶结剂使着小团粒胶结起来。

在土壤研究所还进行二项大的室内研究工作：

1) 编制苏联的侵蚀区划图，但编制工作和地理研究所的作法不同，不是根据侵蚀因素来编制，而是根据侵蚀的结果来编制，也就是按地区实际的侵蚀程度来编制。这幅图的缩图已刊登在「土壤侵蚀及其防治」的彙集中（全苏水土保持大会的专集）。

2) 拟订苏联各个地域和地区的侵蚀土壤的分级方法。

列宁农业科学院全苏农业土壤改良研究所（过去是设在莫斯科，现在迁到斯大林格勒）的侵蚀研究组是在一位最老的俄罗斯侵蚀学家科兹敏科教授领导下进行工作。

近年来该研究所主要的一些工作是研究大型水电站的水库淤塞和对它作斗争的方法：如在顿河上的有姆良水库，伏尔加河的古比雪夫和斯大林格勒水库，这些水库容积和拦蓄面积和现在修建的三门峡水库差不多。在这方进行了水库流域（集水区）的地貌、侵蚀的发展和植被情况等的研究，查明在那些地区由于修建大型水库可能加强侵蚀和河岸淘刷及陷塌，拟定了和这些侵蚀现象作斗争的措施和方法，主要是采取森林土壤改良措施，关于这方面的情况在科兹敏科教授的著作中都有叙述。

这个研究所的第二个工作项目是С. И. 西里费斯特洛夫负责的。这一项目是温暖和潮湿气候的山地地区的水土保持研究，基本的研究是在高加索和黑海沿岸地区进行。目前在山区土地的耕作都是在那些被切沟、陡崖和树林分割成的小块土地上进行，在这种情况下采取机械化工作就几乎不可能。研究证明：为了在这些土地上能够采用特制的山地拖拉机进行工作，必须在较缓地形

連接和巩固耕地方石进行巨大的工作。此外，作物种植上无计划的配置也大大地促进了侵蚀的发展。这方石需要进行新的土地规划，使得在不同坡度和坡向的坡地上只采用那些最适合和不会引起侵蚀的作物和轮作制，必需考虑到每一地块的土壤、水文和小气候的特点，以及与这些特点相适应的农业技术措施。C. H. 西里費斯時諾夫曾为两个山区的集体农庄编制出了典型的土地利用规划。这些规划都要刊印出版。

该所的第三个研究项目是进行对森林草原和草原地区内多年生牧草栽培方石的研究。这个项目是由 T. A. 柏倫单娃负责。研究包括对牧草混种上最有利的组合，在乾沟陡坡上牧草种植的整地方法以及各种肥料和不同播种期对牧草生长的影响。试验证明，在森林草原地区种植多年生牧草每亩能收 900—1000 斤乾草，而在乾草原地区则每亩可收 500 斤。在这种情况下，牧草是可以恢复被侵蚀土壤的肥力和进一步保护土壤免受侵蚀，这方石的材料正在准备出版。

乌克兰林业和农林土壤改良科学研究所，（在哈利克夫）除了在乌克兰进行工作外，同样也在高加索，中亚细亚及其他地区开展研究，侵蚀研究工作是由 K. H. 霍尔别克来领导的。

该研究所对于在苏联遭受乾风和尘暴危害的较南地区内建立防风林带方法的研究方石作了很多工作，研究包括林带树种的选择和混交，栽培的整地和幼树抚育，林带对于农地小气候和作物产量的影响等。以后该研究所也进行了在人工灌溉区内树木栽培的研究：用何种方法沿灌溉渠来栽种树木能够防止沙土吹入渠内和减少水分蒸发。同样也研究了沿水库造林的方法。

早在革命前俄国就曾运用了单一的水利工程措施来与冲沟的发展作斗争。因此该研究所曾对数百个在 40—50 年以前就曾以这种方法加以治理过的冲沟进行过调查，从中就得出了这样一个结论：不与农业技术措施和森林土壤改良措施相结合的，单一的水利工程措施是不可能制止冲沟的发展的。可是，在苏联革命后又广泛流行着另一种极端的看法，就是完全否定水利工程措施的作用。这种看法也是不正确的。所有的措施都必须紧密地结合成为一个综合体来加以运用。

乌克兰研究所着好几个试验站，其中一个试验站进行着一系列特别有意思的工作，它位于德聂聂河上（德聂伯尔河支流）。该站同样也进着一系列有关的研究工作，如农业技术和牧草种植

方法，特别是对于根系研究方法的研究。也进行了绿肥作物方面的研究，也就是这些草不是为了喂牲口，而是用来作为肥料，将这些草翻入土内，它们在土内腐烂后就可大大地增加土壤中腐殖质的含量和土壤的抗蚀稳定性。试验站研究云一种在坡地上采用圆筒形土坑栽种树木的方法，这种土坑不是用铁铲来挖，而是用一种专门的铁钻来钻成土坑。还研究云采用带有特别装置的大型拖拉机修筑截水埂的方法（拖拉机后带有一个耕深达半公尺的犁）。

K. A. 哈尔别克 (Хальбек) 通过对于细沟侵蚀的仔细观察，对侵蚀发展的规律性进行了研究。他仔细地观察，测量和描述了数百个细小的农地浅沟，想通过这种研究来得云如何更好的来耕作土地，而使所有的径流都能渗入地中。他认为林带绿的位置和林带间的距离有着很大的意义，并编制了有关这方面的手册，如：林带绿的分佈及其抚育工作，使田面上流下来的水能够均匀地沿着林带渗入和吸收到土中。

除了上述一些研究外，在苏联还有一系列的单位在研究坡地采用机械化来修筑梯田的方法。到目前为止坡地梯田化的工作进行得还不多，特别是在人口密度比中口小得多的那些地方要进行这项工作劳动力是不够的。此外，人们还担心，因修筑梯田会使无肥力的底土外露。在那些平缓的切割高地中，如上节所说的一样，人们往往是顺着坡面来耕地，在这种情况下要修筑梯田他们认为不可能的。但近年来梯田化工作也逐渐开始引起重视，在各个地方都已开始寻找运用机械化来修筑水平梯田的方法。现在正进行着这方面的机械化试验的有：莫尔达维亚土壤和农业研究所，他们用梯田来栽培葡萄；克里米亚山地森林试验站，他们所修筑的梯田是用来植林；斯大林格勒农业试验站在梯田上栽种果树。在许多中亚细亚和一些其他地区的研究单位，也都进行着这方面的工作。在所有这些试验站中都采用了各种方法和机械，进行着梯田方面的试验。

美国的土壤侵蚀

— 10 —

中国科学院黄河中游水土保持综合考察队

中苏联合队队长 Л. Н. 阿尔曼德

当第一批欧洲的移民迁移到美洲的时候，他们首先就看到这是一个自然资源特别丰富，几乎还没有经过人们开发过的好地方。过去居住在美洲的印第安人主要从事狩猎生活，在农业耕种方面仅占很小的比重。从欧洲迁移到那里去的大部份移民中大多是失业者和贫困的农民，他们都想能很快地发财致富，所以他们就贪婪地砍伐和烧去森林用来开垦土地，他们认为土地的财富和土地数量是取之不尽的，他们完全没有想过，假若不合理地利用土地，土地就会很快的贫瘠下来。至于土地的水蚀和风蚀他们甚至连听都没听过。

在整个十九世纪和二十世纪初，这些移民不断地往西部展开垦荒地，当荒地一直开垦到西部的落峨山脉和太平洋岸时，他们才看到新的荒地已经所剩下不多了，同时在过去已经开垦过的土地上又都开始了强烈的水蚀和风蚀。这正是因为他们毁去了大部份的森林，在陡坡上开垦，并且到处都采用着最粗放的土地耕作方法，同时，又不实行轮作所引起的。在这整个时期他们又完全杀绝了美洲大部份有益的动物和鸟类。

到十九世纪三十年代侵蚀已经开始使农作物产量大下降和许多农场主也因此而破产，可是美国政府和许多社会团体却对这种侵蚀现象没加以任何重视。他们都认为侵蚀是由于一种不可知的原因和在个别的一些农场中发生的，他们建议农场主用垃圾和树木的枯枝来填平那些冲沟，但这个办法却毫无效用。那时人们还不知道侵蚀乃是一种不正确的经营方法所引起的一种不可避免的后果。贝纳特 (H. H. Bennet) 写道：美国人在那时的确是创造了野蛮掠夺和浪费自然财富的世界纪录。

在一九三〇年土壤侵蚀和风蚀竟达到了如此规模，甚至美国的研究机构也不得不开始进行研究，在一些学校也开始设立有关土壤侵蚀的课程。最后在1933年美国政府设立了土壤侵蚀局。在这方西贝纳特所作的贡献是很大的。他在水土保持工作的宣传和正确的水土保持农业经营方法的研究上都作了很多的工作。

1934年在美国西南部土地上出现了一次强烈的尘暴，尘土甚至都遮住了太阳。这些尘土使得人们呼吸都感到困难。甚至在美国的国会中，那些议员们的咀内和两眼都塞满了灰尘。这时人们才明白了土壤的破坏是什么样的的一种灾害，并开始要求政府在

边方面采取积极的措施。这一次的主暴在一天内就从地面上刮走了三亿吨的土，四百万公顷的土地因此而丧失了其大部份的肥力。这些土飞越过整个大陆而刮入到大西洋内。

在一九三五年水土保持局改组为属于农业部领导的土壤保持局。到这时为止侵蚀已经破坏了二千万公顷的耕地，还有二千万公顷的土地也将要被毁坏；只有在这些土地上停止耕作并将它们改为林地或草地的情况下才能挽救它们免遭完全的毁坏。此时还有四千万公顷的土地遭受到很大的损害，损失 $\frac{1}{4}$ 到 $\frac{3}{4}$ 的土壤腐殖质层。如果在这些地上积极地采取水土保持措施才能把它们继续保持为耕地。最后，还有四千万公顷的土地受到轻度的侵蚀，如果在这些地上仍然采取不正确的农业经营方法，那么这些土地上的侵蚀亦将发展成灾。这样看来，共有一亿两千万公顷的耕地，在不同程度上都遭到了水蚀和风蚀的危害，并且不仅耕地遭到了侵蚀的危害。在那些进行不正确砍伐的林地上和每公顷牲口放牧头数过多的或者放牧时间过长的草地上同样也都产生着侵蚀。如果也把这些土地包括在内，那么在美口七亿六千九百万公顷的总面积中遭受侵蚀的面积统计如下：

完全和强烈遭到水蚀和风蚀的面积……一亿一千四百万公顷。

部分遭到破坏或者受到威胁的面积……三亿一千三百万公顷。

无法利用的荒漠和山地……五千八百万公顷。

未受侵蚀的土地……二亿八千四百万公顷。

在美口都是实行作物的连作制，这种经营方式是相当耗费土壤肥力的，并会削弱其抗水和抗风性能，特别是那些中耕作物更容易引起土壤的破坏，因为在这种情况下土壤每年要耙整数次，如此使得田面形成了一种容易受风吹的波纹状，而那些小的犁沟在下雨时却又集聚了很大的水流。例如：在印第安纳州，这里主要都实行玉米的连作，该州就有80万公顷的土地由于侵蚀已经丧失了 $\frac{3}{4}$ 以上的土层，而在三百万公顷地上则发生着程度较弱的侵蚀。虽然从1870年美口已开始运用完善的农业机器和矿物肥料，由于侵蚀的影响，到1930年玉米的产量不仅没有增高，相反还有某些减少。可是，在成立了土壤保持局和推广了水土保持的土地耕作方法以后，在二十年内产量就提高了33.5%。当然，在这方面采用杂交的品种也起了一定的作用。在这种情况下棉花的产量增长得更高，达67.3%。

贝纳特还举了一些实例说：往往由于一种微小的错误引起

了到以后很难弥补的严重后果。例如，在1870年，在一个农场里开始了侵蚀，仅因屋檐上滴下的雨水顺着未加防护的沟渠流动而引起的。这条小沟渠逐渐发育成巨大的冲沟，这个冲沟在60年内就被破坏了两个农场，一座学校侵佔了能容下1,400个农场的（每个农场面积假定为16公顷）一大片土地。

除了田地受到水蚀和风蚀外，侵蚀还能破坏公路和铁路，在河流中造成浅滩，淤塞水库，还迫使整村整乡到处迁移。过去在美国的草地上可以喂养牲口2,200万头，由于无节制放牧所引起的侵蚀，现在仅能喂养牲口1,200万头。按大致的估计，侵蚀给美国国民经济的各个部门带来的损失每年达四亿美元。

现在我们来谈。美国现在所实行的一些主要推行水土保持措施的组织工作。

措施最先是在林地上实行的，森林保持局是成立于1898年，也就是说比土壤保持局的成立要早37年。根据该局的建议颁布了一些法令，其中不仅规定了森林砍伐的规章，其中也列入了在林地集水区内与洪水作斗争的一些方法和措施。

在1935年所颁布的法令中就包括了所有农地合理利用的水土保持措施大纲。土壤保持局的任务非常广泛：其中也包括对土地沼泽化和盐碱化的斗争，清除田地中碎石等。措施，但该局主要的目的还是与水蚀和风蚀作斗争。

土壤保持局在国内各地区选定了试验示范区。每个示范区都是某一个自然区域或自然地带的典型区。每个典型区的研究首先是进行航空摄影。根据航空照片绘制出详细地形图，然后进行区域调查和根据地形图编制出农业生产图，在此图内指出土壤，地形通流的所有特性和该地的其它对于农业极为重要的一些特点。对图中的每一个地块都提出了指导性的建议，和在这个地块上应该采取的最为合适的经营方法。每一个示范区一般都包括数百个私人农场。当农业生产图编成后，给所有农场主传阅并徵询他们的意见，是否同意按照土壤保持局的指示来改变自己的经营方法。通常都不是所有的人都同意接受这种办法，那末对于那些不同意的人就毫无办法了。这也就是资本主义制度的一个缺点。示范区乃是某一河流的一个集水区，如果这个区内所有的农场主都参加到这项工作中去，那么这种措施所起的作用，当然也就更大。土壤保持局对于那些同意进行合作的农场就派去一个专家工作组，该组是由农学，畜牧，土壤，水利土壤改良，林业等专家

组织。他们与场主共同编制该农场的经营改组规划，他们尽量设法使编制的规划能够达到这样一个要求，那就是使该农场的每一小块土地都能够以最好的方法加以利用。这些专家们不仅编制规划而且也帮助场主来贯彻这个规划。他们直接实地指导场主如何按照新的方法来工作。场主必须支付实行规划的费用，但是如果在这方西缺乏经费的时候，也可以贷给他机器和改良的种子，以多收给工人。

在此可举一个塔克斯斯自治州的典型示范区来作为水土保持工作的例子，该示范区的面积为12000公顷，共包括217个农场，所有的农场都经过详细的调查研究，但只有132个农场同意改变土地规划和经营方法。在这些农场里采用了以下的18个方法和措施。

- 1) 耕地梯田化的坡度不超过五度。
- 2) 实行轮作制。
- 3) 播种田间作物来保护土壤（生草休闲地）。
- 4) 在陡坡地上减少中耕作物的栽培。
- 5) 沿等高线翻耕土地。
- 6) 带状间作。
- 7) 在因侵蚀而切割的坡地上，通过种植牧草来恢复野鸟的繁殖。
- 8) 主要通过在坡地上种植牧草来与冲沟作斗争。
- 9) 在排水的浅洼地内种植草皮。
- 10) 宽埂后西建立牧草的排水沟道。
- 11) 建立牧草的排水沟，用来将多余的雨水宽埂后西排入冲沟和乾沟的底部。
- 12) 通过禾本科和豆科牧草的混播，施肥和清除杂草来改善草地。
- 13) 实行牧场轮换制和有调节的放牧。
- 14) 将小块田地联接成大块田地，以便利于修建长的宽埂和实行带状间作。
- 15) 修建一些不大的貯水池。
- 16) 营造防风林带。
- 17) 禁止在当槎地内进行无节制的放牧。
- 18) 用无壁犁翻耕使作物残槎留在地上一个时期。

当新的土地翻耕方法带来的好处在大多数农场中都表现得很明显的时候，农场主们就开始自愿参加到所谓水土保持区中来。每一个这种水土保持区通常结合着数百个位于同一个或数个集水

区范围的农场，他们推选云领导者和监察员来督促参加者遵守水土保持的规则。自己编制最简单的规划并且彼此帮助将规划加以实施。至于进行比较复杂规划时，则就邀请土壤保持局的专家来协助编制。目前在美口共建立了2,500个这样的组织，参加的农场数目佔全美口农场的 $\frac{4}{5}$ ，面积共达6亿公顷。

土壤保持区的有三个：(1)实施土壤保持措施，(2)提高农作物的产量，(3)指导对过去没有开发利用的新土地和自然资源加以合理的利用。

美口除了农业部和内务部所领导的土壤保持局以外，还有一系列的在不同的程度上帮助了土壤保持工作开展的组织，其中有进行农场信贷，农业技术推广，农场电力供应，人工灌溉工程和利用等各部门。还有野兽鱼鸟保护和繁殖局，在沒有加以利用的土地上建立禁猎区，在此区内受保护的动物可以安全地进行繁殖，而以后就开始进行有计划的狩猎。并要求做到不仅这些野生动物的数目不致减少，相反地要增多起来。

由于美口农场实行了一些措施，那些部份被水蚀和风蚀所破坏的土地就得到了恢复，或者避免了侵蚀的威胁的面积达6000万公顷。

在所有的土地类型上同时一致行动乃是土壤保持的一个基本原则，这样就不是一个什么个别的任务，而是一种新的农业技术与所有自然资源合理利用及有害自然过程的预防相结合的综合行动。

美口人认为不会有一种不论在什么条件下都能起作用的水土保持措施，对于每一个农场和每一地块来说，应找出它的特殊措施或者是特殊的措施组合，它们在这种条件下最为经济和有效的。为了找出这种方法就应该研究：1) 每个地块的自然环境，2) 每个经营单位的经济情况。

对自然环境研究的最后一个工作是进行土地质量评价，即土地等级的划分。美口将土地划分为八级：

A. 宜于耕作的土地，

I级地，肥力高，沒有受到侵蚀危害和不要求采取专门的耕作措施的土地。

II级地，优良和中等质量的土地，仅需要采取最简单的土壤保持措施：如等高耕作，种植复盖作物等。

III级地，中等和尚良好的土地，防止侵蚀需要采取一些有

力的措施：如梯田化，带状间作，大壟施肥或开掘排水沟。

6. 不宜耕作的土地：

Ⅳ级地。中等质量的土地，由于坡度过大而只能用来进行放牧和刈割乾草，可每隔6年以上翻耕一次。

7. 不能耕作的土地：

Ⅰ—Ⅳ级地。这些等级的土地差别都不大，这里很难理解美国人为何将不能耕作的土地分得如此复杂。所有这些等级的土地只宜于用来进行造林和少量的放牧。第八级土地仅能用来在灌木丛中繁殖野禽。

现在谈：在美国所采取的某些与中国也有关系的保土措施。在平地上，为了防护作物和土壤不受风害，可实行带状间作。此种方法是将高秆和低秆作物相互间隔的种植在独立的一些带状土地上，同时也可种植收割期不同的作物，使田地始终都不致于完全裸露，带状间作的种植带的伸展方向应与风向垂直。

在坡地上实行带状间作其防止侵蚀的意义很大。坡地上的带状间作可以加培宽埂或不培土埂进行。如果在间作的乾作中多年生牧草种植得较多那就不一定需要培上土埂，如果培有土埂，则在埂上可种植窄的牧草带。草带间的地带则为其它作物。另一种方法也可将土埂培在种植带内，埂上也种植同一种作物。在阅读美国这方面的文献时应该指出：美国是把宽而缓的土埂称为梯田的，很容易使人将它与现在所谓的梯田混淆。

间作的种植带宽度约在15公尺到60公尺之间，如果在坡地上进行着强烈的侵蚀，就应将某些种植带从乾作中抽出改为长期的草地。

保土作物的种植在主要作物收割和播种之间的时期内进行，例如，在冬季或者按乾作计划土地进行休耕等时期。在后一种情况下，保土作物的种植就是一种生草休耕法。保土作物的种植同样也是为了使地不处于没有复盖的境地。为了不致因此耗去土地过多的肥力，这些保土作物往往不加刈割，而是在主要作物播种之前，作为绿肥翻入土内。有时刈割下来作为牲畜的饲料，而将他们的残株翻入土中。用作保土作物的有各种牧草，黑麦，燕麦（不等其成熟就加以翻耕）和其他作物，为了巩固强烈侵蚀的陡坡则采用的是蔓生植物。

虽然农场主们过去都习惯于连作制，但在改变为进行带状经营制度在各方面都更有利。

在坡地培有土埂，实行带状间作和虽没有土埂或间作而是种植单一的作物时，都采用着等高耕作法。这个简单的方法只有在平缓的坡地上才能算得上仿畦方法，但无论如何这种等高耕作方法都带来很大好处，特别是在那些每一点水都极为宝贵的干旱地区，这种方法的好处则更大。近来在牧草地中也就广泛地采用这种等高耕作的方法。在牧草地上则不是整片的翻耕，而是每隔1—2公尺作一道犁沟。这个方法能积蓄径流和改善草层。

采用得极为广泛的是培修带纵向比降的宽埂，用来排除多余的雨水。当然，这只是那些雨水过剩的地带内适用。宽埂是从田地中部向两侧逐渐倾斜，开始时其倾斜度不超过0.25~0.3%，然后向两端逐渐增大。宽埂间距离的选定，必须考虑到这段距离可以使田石上流动的雨水还没有汇聚成一股水流和开始引起侵蚀前就能受到拦截而排至田外。在纳特的著作中有着一些有关表格列出倾斜度不超过12% ($6^{\circ}50'$) 的情况下，宽埂布置的最适宜的距離。宽埂的培修是在田地的上部取土，结果在取土处也造成一条沟，雨水同样也沿着这条沟流动。这条沟的深度为38—45公分。宽埂的基部宽度为3.7—12公尺，为了使得农业耕作机器能在埂上越过埂坡的斜西比例应不超过1:4。

在培修宽埂前，在坡地上先用水準仪将宽埂的位置仔细地标记出，在所得出的那条等高线上插上木橛，然后沿着每行木橛开一道犁沟。土埂的培修工作用平路机，刮土机，推土机或者山地步犁来进行。

在气候干旱的地方，由于雨水本身就很宝贵，因此不应该将水从田石上排走，在这种地方，排水埂就被截水埂所代替，截水埂顺等高线伸展，培埂所用的土从上下两侧挖取，使上部的沟不致被挖得过深。这点很重要，就是为了使埂后石的雨水能尽可能地流动得更远些，并均匀地润湿土壤。

培埂后的坡地最好沿等高线来进行翻耕。但由于等高线并不是始终都是平行的，埂间的距离也有变化，所以翻耕时有些短行，未到地边即须折回。为了避免这种情况，有些农场就实行直线方向翻耕，犁路直接就穿过宽埂。但这是一种不好的办法，因为这样一来，土埂很快就会被破坏，而且耕作机械也会受到一定的损失。

坡地梯田化在美国做的较少。在加利福尼亚州，梯田只是用