

小流域土壤侵蚀调查制图的探讨

—以杏子河流域为例

唐克丽

(中国科学院西北水土保持研究所)

实践证明,以沟道小流域为单元进行水土保持规划及其实施,是全面推进黄土高原水土流失科学治理的有效途径。自五十年代以来,在黄土高原不同类型区,先后建立了不少以沟道小流域为单元的综合治理区,例如离石王家沟、河曲黄道沟、西峰南小河沟、绥德韭园沟、延安小寺沟等,都取得了较明显的成效,并发挥了一定的典型示范作用。

1982年召开了全国水土保持工作会议,确定黄河中游的无定河、三川河、皇甫川作为重点治理流域。这三个流域的面积由3,000多到30,000多平方公里。为了加速治理,最好采用点面结合的方式。因此必须在综合考察的基础上,从典型小流域入手,进行全面规划和治理布设。总结以往的经验,如果在治理前不查明流域内土壤侵蚀规律,就不可能制订出因地制宜的水土保持规划;甚至因某些措施不合理的配置,不仅泥沙未见减少,生态和经济效益得不到改善,而且还会造成一些浪费和损失。

土壤侵蚀的调查制图,重点在于查明流域内发生侵蚀的部位、侵蚀的方式和类型、侵蚀的程度、影响侵蚀的因素及侵蚀发展的趋势,为制订水土保持规划、土地合理利用方案和合理配置水土保持措施提供科学依据;此外,可以为进一步开展小流域侵蚀量的估算和预测,建立必要的基础。

一、小流域的选择问题

据水文方面的资料,凡流域面积小于1,000平方公里的均属小流域范围。这里所指的典型沟道小流域,我们认为以不超过10平方公里为宜,尤以5平方公里左右较适中。如果为了能在较短时期内起到典型示范的作用,可选择1—2平方公里的小沟道。一般在上述范围内,包括了具有一定代表性的地质、地貌、植被、土壤、土地利用及土壤侵蚀类型,可进行全面规划,综合治理和综合发展农林牧生产;也有利于布设各项观测试验研究;在生产治理方面,也易于按流域组织承包实施。

我们在调查杏子河流域的土壤侵蚀情况时,结合需要选择了典型沟道小流域。该流域内沟道长两公里以上的一级支流88条,二级支流157条,其中流域面积1—10平方公里的一级支流70条,二级支流123条。从中选择了代表杏子河上、中、下游基本特点的8条沟道小流域,进行详细的调查制图,作为编制全流域土壤侵蚀分区图和拟定分区治理方案的基础,同时为制订小流域治理规划和具体措施提供依据。

二、有关土壤侵蚀因子的调查制图问题

土壤侵蚀的形成和发展,是许多因子综合影响的结果。当前仅有极少数试验站通过设置径流小区和对比沟,可对某些因子进行定量评价。为了适应广大地区全面开展流域规划和治理的需要,

对土壤侵蚀的评价，主要依靠野外考察和制图。

通常采用1:10,000或1:5,000的地形图作为底图，在实地填制以侵蚀类型为基础的综合因子草图，包括坡度、土壤和地面组成物质、植被覆盖度和土地利用等。这是以直接反映现状的原始资料图件，需在室内结合航片的对照判读，再编制单因子图件，诸如地面切割现状图、坡度图、土壤和地面组成物质分布图、土地利用现状和植被覆盖度图。在具有近期航片与地形图的情况下，上述图件可在室内先编制，再到野外核对；最后在分析研究上述的单项图件和综合图件的基础上，再着手编制土壤侵蚀类型图。举例讨论如下：

1、**地面切割现状图**。主要表明沟间地与沟谷地两种主要地貌类型，以及沟谷切割现状的水路网系统，即沟道密度。该图件编制的核心，就是确定沟间地与沟谷地之间的分界线。罗来兴和朱显谟两同志对黄土高原侵蚀地貌和侵蚀类型的划分，做了大量工作。在前人基础上，我们以浅沟侵蚀与切沟侵蚀交接的沟谷边缘作为分界，称为谷缘线或沟缘线。在发生滑坡和崩塌的地段，则以滑坡和崩塌的边缘为界。谷缘线以上为沟间地，或简称坡面；谷缘线以下称沟谷地。两者最明显的区别在于侵蚀的方式和类型不同。在沟间地发生溅蚀、片蚀、细沟侵蚀和浅沟侵蚀，在沟谷地则以切沟、冲沟和滑坡等重力侵蚀为主。在杏子河流域坡面浅沟侵蚀很活跃，它们与切沟很易区分，一般呈浅洼地形，无明显的沟床与沟壁，在降雨和径流的侵蚀作用下，浅沟继续下切和扩展后，可以出现沟床与沟壁，但一经犁耕填土又消失。切沟的横截面呈明显的V形或U形，耕犁已不能通过。因此浅沟的末尾边缘与切沟的沟头，常常成为沟间地与沟谷地的自然分界线。这两种地貌类型，在利用和治理方针上也显然不同。对黄土丘陵沟壑区来说，在编制地质、地貌、土壤、植被、侵蚀及农林牧等图件时，首先都应确定谷缘线。

谷缘线的勾绘，可参照近期大比例尺的航片，在大比例尺地形图上直接标定，再通过野外调查进一步核定。依据上述方法和原则，我们以小流域为单元，1:10,000的地形图为基础，对杏子河全流域进行了全面调查和量测。结果表明，大部分流域的沟谷面积略高于沟间地，约占流域面积的50—55%，个别沟谷面积低于40%，也有高达70%者。

沟道密度是说明地面切割现状的另一重要指标。为了能全面比较黄土高原的地面切割状况，沟道密度的量测应和确定谷缘线一样，要有一个统一的方法和标准。我们以能够汇入水路网系统的沟道为准，直接在1:10,000的地形图上量算并累计全部沟道的总长度（线段量算法），再换算成每平方公里的沟道长度，即沟道密度。必要时再对照航片或到野外核对。对于无明显汇集水系（流水线）的沟道，不计算在内。通过对典型沟道流域的量算，杏子河流域的沟道密度为每平方公里5—6公里，个别达7公里。

图1对说明杏子河中游地区沟间地与沟谷地的地貌，及沟道分布情况，有一定的代表性。该流域面积为5.24平方公里，沟谷面积占54%，沟道密度每平方公里为6.91公里。大部分沟谷已切割临近分水岭，个别已夺取分水岭。沟谷两岸的滑坡侵蚀比较活跃，致使一些谷缘线抬升，梁崩坡面缩减成为窄条形脊梁。

2、**坡度图**。在黄土丘陵沟壑区，坡地占主导地位，因此坡度是影响侵蚀较为突出的因素。通过编制坡度图，可查明流域内各级坡度的比例、分布的部位，为测算侵蚀量、进行土地合理利用规划与拟定退耕的坡度界限提供依据。一般适宜机耕的坡度在 12° 以下，因此我们把坡度划分为五个等级：一级 $0—5^{\circ}$ ；二级 $5—12^{\circ}$ ；三级 $12—25^{\circ}$ ；四级 $25—35^{\circ}$ ；五级 $>35^{\circ}$ 。可直接在1:10,000的地形图上，依据等高线编制不同等级坡度的分布情况。通过重点量测杏子河典型小流域的坡度，得出一二级坡度仅占10%以下，大于 25° 的四五级坡度共占50%左右。在沟谷地部分大于 25° 的陡坡与陡崖，一般占90%以上。

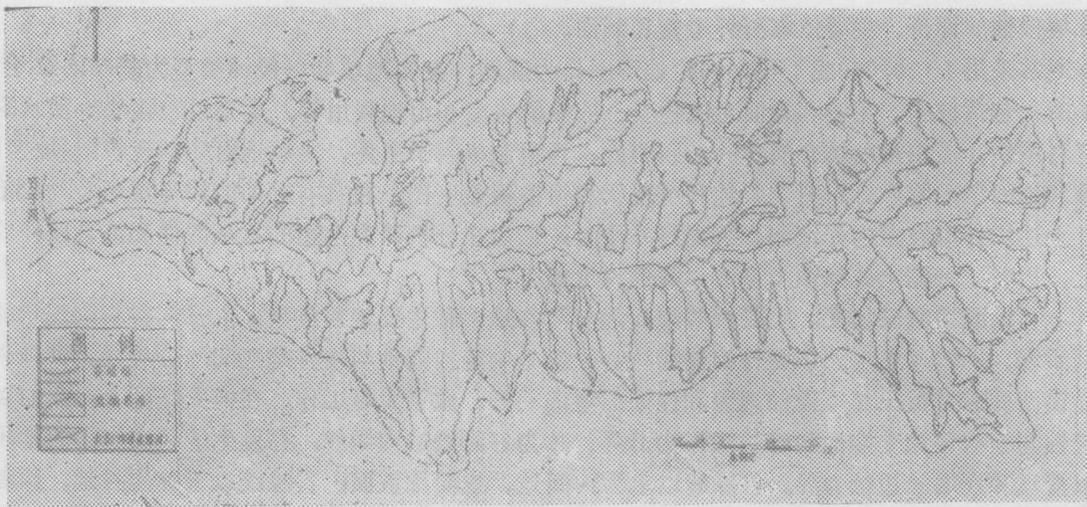


图1 城子沟地面切割现状图

寺沟的流域面积为1,581平方公里,沟间地占56.67%,其中一二级坡度仅占4.92%,大于25°的陡坡多分布在斜坡的中下部,占54.30%,其中大于35°的为16.54%。沟谷地部分大于25°的占94.75%。该沟道在全流域范围内,大于25°的陡坡占70%以上。从这一坡度分布的情况看来,杏子河流域的侵蚀现状及潜在危险是严重的。

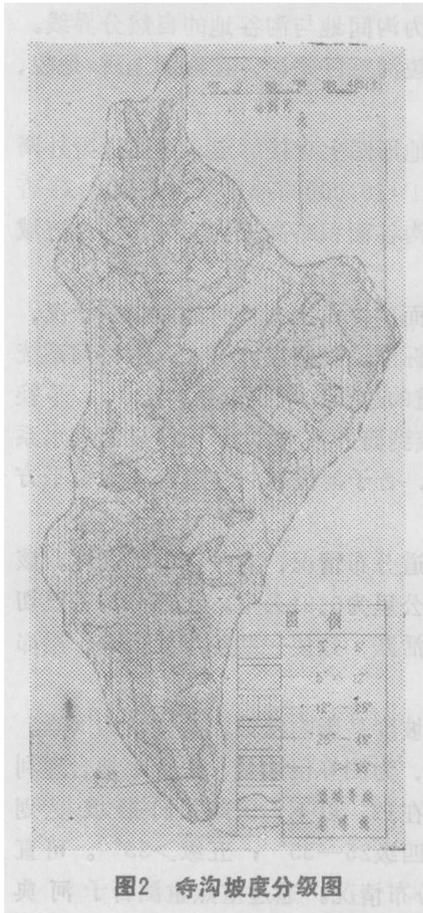


图2 寺沟坡度分级图

3、土壤和地面组成物质分布图。在杏子河流域,除在个别梁、峁的顶部或岷岷部位尚残留黑垆土外,坡面的主要组成物质为第四纪黄土性沉积物(包括新老黄土)。由于坡地的侵蚀过程一直在进行,甚至侵蚀速率超过成土速率,土壤熟化程度很低,无明显发生层理,基本上保持原有黄土特性。对照美国的土壤分类法,可归于始成土类,这里我们拟定为黄土性幼年土。由于时间、空间因素的影响,使不同地形部位的沉积物层位、厚度、侵蚀程度等也不一样。杏子河流域坡耕地的土壤,基本上都属黄土性幼年土,其来源可能是新黄土(马兰黄土),或老黄土(离石黄土),或古土壤、三趾马红土等不同地层,同一地层的物质随纬度的变化,其颗粒组成有明显的差异。总结上述土壤的分布规律,并参考当地群众的习惯命名,杏子河流域的黄土性幼年土进一步划分为黄绵土、砂黄土、硬黄土(老黄土)、红胶土(古土壤粘化层等)、二色土(新老黄土的混合物)。对于耕地上的土壤,可按熟化程度再细分;对于在天然林及人工林植被下的土壤,则以地带性土壤及其不同发育程度给定名,例如原始黑垆土、原始褐色土等。在这些土壤分类的基础上,补充必要的分析数据,编制小流域的土壤图。这是进行编制土壤侵蚀图及土地合理利用规划的重要依据。

在杏子河流域的沟谷部分,除黄土性沉积物外,常见有厚度不等的三趾马红土、侏罗纪与白

型互的砂岩与砂页岩。这些不同的地面组成物质，直接影响到侵蚀方式及河流泥沙的来源。例如在城子沟小流域，厚层白垩纪的紫色砂岩广泛出露，结构松软，剥蚀强烈，并形成了侵蚀沟，成为杏子河粗沙的主要来源区。在河源区，厚层三趾马红土广泛出露，与其上部覆盖的黄土性沉积物呈不整合，滑坡等重力侵蚀特别活跃，构成了杏子河流域的主要产沙区。为阐明土壤侵蚀规律，除编制土壤图外，应同时编制不同地面组成物质分布图。杏子河流域的地面组成物质主要划分为河流冲积淤积物、洪积淤积物、新黄土、老黄土、三趾马红土、侏罗纪青灰色砂岩及白垩纪紫色砂岩等。通过小流域的调查制图，表明不同的地面组成物质及它们分布的地形部位、厚度以及交接的特点，为分析研究土壤侵蚀规律或编制有关图件，提供基础资料。

4、**植被覆盖度与土地利用现状的调查研究或制图。**现代土壤侵蚀受人为活动的影响比较大，尤其是土地的开垦及农、林、牧的结构及布设问题，对土壤侵蚀的发展演变，起着更为重要的作用。杏子河流域开垦历史不长，不少地区约在30—60年前曾是草灌丰茂、树木成林。毁林毁草、开垦陡坡是引起水土流失加剧的主要原因，现在年平均土壤侵蚀模数已达14,800吨/平方公里。陡坡耕地约占全部耕地的50%，但其流失量则为全流域输沙量的50%以上。侵蚀方式主要是发生在坡面或谷坡上的细沟侵蚀与浅沟侵蚀，多为裸露的坡耕地，或没有实施任何水土保持措施、耕作粗放的农作物地。至于在林地与草地，随郁闭度与覆盖度的不同，控制土壤侵蚀的程度也不等。

根据这些调查研究及有关试验站的观测资料，对土地利用现状，主要反映农、林、牧（草）地的分布现状，其中农地再划分为两大类，即已基本控制水土流失的川地、坝地、梯田等及坡耕地。对坡耕地也可在坡度图的基础上，再划分 $<25^\circ$ 的缓坡耕地及 $>25^\circ$ 的陡坡耕地，并注明其土地类型及有无实施水平沟种植、草田轮作、草田带状间作等水土保持耕作法。对林地与草地，主要划分天然草地与人工草地两大类，主要以鳞片状侵蚀为主。根据覆盖度对侵蚀的控制，划分四个等级：植被覆盖度 >0.6 时，无明显侵蚀； $0.4—0.6$ 时，轻度—中度鳞片状侵蚀； $0.2—0.4$ 时，为强度鳞片状侵蚀； <0.2 时，为剧烈鳞片状侵蚀。如果发生在沟谷部位，同时呈现相应强度的沟谷侵蚀。

图3为寺沟流域的土壤侵蚀类型图，同时反映了土地利用现状。在沟间地部分，林地仅占0.34%，梯田占1.34%，其余98%均为坡耕地。对坡耕地基本上没有采取水土保持措施，而是实行粗放的撂荒轮作，约占坡耕地的20%。

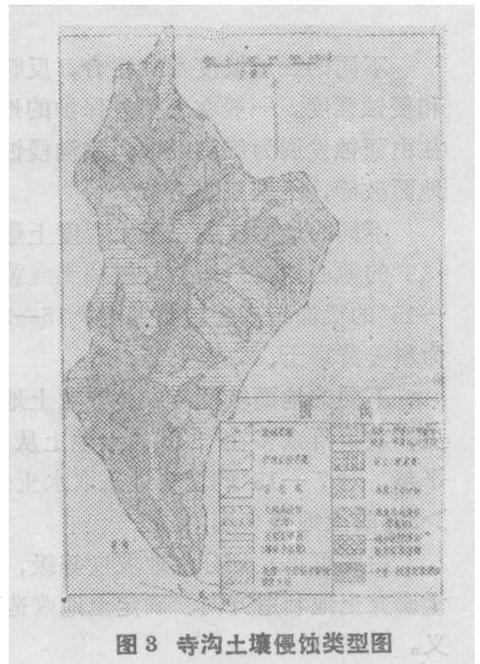


图3 寺沟土壤侵蚀类型图

三、土壤侵蚀类型的调查制图问题

以上所述有关地面切割现状、坡度、土壤和地面组成物质，以及植被覆盖度与土地利用现状，为编制土壤侵蚀类型图提供了必不可少的基本资料。综合分析上述各个因子，再结合进行有关资料的调查和统计，例如降雨量和降雨强度，坡耕地上细沟侵蚀与浅沟侵蚀的量测等。结果表明，坡耕地的侵蚀类型与侵蚀程度和坡度因素最为密切。一般情况下，自分水岭向下至谷缘线的坡面部位，坡度逐渐增大，随之侵蚀程度也增强。大致划分为以下等级： $0—5^\circ$ 以溅蚀、片蚀为主； $5—12^\circ$ 以强度片蚀和轻度—中度的细沟侵蚀为主； $12—25^\circ$ 则为强度细沟侵蚀和轻度—中度的浅沟侵蚀； $>25^\circ$ 则以强度的浅沟侵蚀为主。由图上可看出，强度的浅沟侵蚀多发生在

富县土地坡度分级与制图

张棠棣 张建奎 王润文

(陕西省富县农业区划土地组)

坡度是山区农业生态条件和土地资源评价的重要鉴定因素之一。划分土地坡度级别，绘制坡度分级图，是研究土地利用的基础工作。富县地处陕西省黄土高原丘陵沟壑区，具有典型的山区地貌。为此，我们在土地资源调查中，给土地坡度划分了等级，绘制了图件，量算了面积，取得了一些有益经验。

一、富县土地坡度分级制图的目的和意义

不同的土地坡度及其组合，反映了地形部位和微地貌形态特征的差异，制约着土壤侵蚀方式和侵蚀强度。一般在无植被保护的地面上，随着坡度的增大和降雨强度的增加，土壤侵蚀方式往往由面蚀发展为细沟侵蚀、浅沟侵蚀、切沟侵蚀，以至形成滑坡、泻溜、崩塌等严重灾害，导致地面破碎，土壤长期瘠贫。

不同的地面坡度在很大程度上影响着土壤的水热状况和成土过程。就黄土高原沟壑区而言， $<3^\circ$ 的原心地，一般为粘黑垆土或黄盖黑垆土；而 $3-7^\circ$ 的原边地为原黄壤土或侵蚀黑垆土； $7-15^\circ$ 的梁峁地多为坡黄壤土； $15-25^\circ$ 的沟坡地为陡坡黄壤土或生草黄壤土；坡度 $>25^\circ$ 时，则为料姜黄壤土、二色土等。

不同的地面坡度与农林牧业土地利用和改造途径也密切相关。富县的农业生产有着悠久的历史，农民群众多在 $<15^\circ$ 的土地上从事种植业生产，其中 $3-7^\circ$ 的缓坡地采取田间工程措施进行平整，对 $7-15^\circ$ 的坡耕地采取水土保持耕作法进行作业； $15-35^\circ$ 的土地则多用于林牧业生产； $>35^\circ$ 的土地很少利用。

由此可见，划分土地坡度等级，绘制坡度分级图，不但是评价土地质量的重要依据，而且对于研究土地利用方向、确定土地改造途径和保护措施，以及进行农业区划都具有十分重要的意义。

斜坡的中下部。据野外调查和量算，浅沟侵蚀的强度与分布密度有关，在100米宽的斜坡分布1—10条，其侵蚀量占坡面总侵蚀量的10—70%，故取其密度拟定侵蚀强度。

土壤侵蚀类型图的编制，不仅反映了侵蚀现状，而且指出了发展趋势；不仅反映了侵蚀程度，同时可查明发生侵蚀的部位，侵蚀的方式；既研究了影响侵蚀的单项因子，又综合分析了各个因子间的相互关系，从诸多复杂的现象中，找出解决问题的主要方面。在观测掌握河流沟道输沙量的基础上，通过典型小流域土壤侵蚀的调查制图，可进一步查明泥沙来源、产沙的部位、产沙的方式以及产沙的物质来源，为制定水土保持规划，特别为土地合理利用的布设与水土保持措施的合理配置，提供切实可靠的科学依据。