

土壤侵蚀调查与制图方法的初步研究

姜永清 武春龙

提 要

讨论土壤侵蚀调查的目的、方法、内容和提交的成果。土壤侵蚀调查目的是研究土壤侵蚀类型及其区域差异,揭示发生发展规律,为水土保持及其规划服务。土壤侵蚀类型的划分应该科学性和生产性相结合,侵蚀方式、形态和强度相结合,用遥感资料为侵蚀调查提供大量的有用信息。以地形图作基础,遥感技术和地面调查结合是土壤侵蚀制图的有效手段,它快速、准确,节省人力、财力,能广泛应用。

一、土壤侵蚀类型的划分

土壤侵蚀类型的划分是土壤侵蚀调查与制图的基础,前人作了许多工作^{[1][2]},并有综述^[3]。结合土壤侵蚀的调查制图,对侵蚀类型划分已有归纳^[4]和调查制图探讨^[5]。土壤侵蚀,与其相对的成土作用,都受环境因子,即地质、地貌、植被、气候和水文等条件的影响。此外,土壤性质,土地利用及其它的人类社会经济活动等都明显地影响土壤侵蚀的发生发展。现存的土壤侵蚀分类方案不少,往往因目的不同各异。不少方案首先考虑影响因素,有以地貌作基础的,或以植被作主要参考的,或偏重于地质因素的。还有按侵蚀强度,如侵蚀模数等级,作为划分类型标志的。在小比例尺制图中,综合归纳较多,往往结合分区考虑;在大比例尺图中,又多考虑土地利用及侵蚀土壤的划分。土壤侵蚀类型的划分应该考虑影响因子,但必须重视学科自身的特点,有自己的体系。土壤侵蚀又是发展中的学科,既要吸收其它学科的优点,又要考虑现在的进展,使分类与制图工作密切结合。

二、土壤侵蚀调查制图的意义

土壤侵蚀调查制图的目的是为了查明水土流失的现状,掌握土壤侵蚀方面的信息,为水土保持和土地合理利用与科学管理提供基础资料,为制定流域治理和区域开发的方针政策建立科学依据。了解土壤侵蚀类型的分布规律,将深入认识土壤侵蚀发生发展规律,地域分异变化特征,揭示土壤侵蚀与生态环境之间的制约关系。过去,由于不重视土壤侵蚀调查研究,对水土流失的危害缺乏认识,方针政策失误,滥用土地造成严重水土流失与洪水灾害的教训是很多的。现在,许多生产部门和科研教学单位都体会到土壤侵蚀调查制图的重要性,迫切需要查清土壤侵蚀状况。为此,水利电力部曾颁发文件,制定“关于土壤侵蚀类型区划分和强度分级”的标准。不少专家呼吁,大家应齐心协力,研

* 此项工作曾得到唐克丽研究员,周佩华副研究员的指导和帮助,特此致谢。

究制定出一个行之有效的适合于我国条件的土壤侵蚀调查制图的统一方案。

土壤侵蚀调查制图不仅在生产上和经济学上有很大的实践意义,同时也具有重大的科学意义。它对促进土壤侵蚀学科的发展,研究土壤侵蚀规律与宏观机理,促进土壤侵蚀制图学及地理学等的发展都具有十分重要的意义。

三、土壤侵蚀调查的内容与方法

(一)调查内容。主要包括土壤侵蚀的类型、分布规律与组合特点,影响土壤侵蚀发生发展的因素,水土流失的现状及其危害与潜在危险,生产上特殊需要的专题调查,土壤侵蚀防治的经验与教训及水土保持措施和区划、规划等。

1. 影响土壤侵蚀发生发展因素的调查。

1) 自然因素。主要是地质地貌、气候、植被、水文、土壤及土地利用现状等。地貌方面包括地貌类型、海拔高度、地势起伏、地面坡度、坡长、坡向和地面切割程度。不同地貌类型条件下,土壤侵蚀强度差异很大,但关键是坡度。极为平坦的塬面,土壤侵蚀很轻,有土壤剖面发育,大于 35° 的陡坡不仅水力侵蚀严重,而且重力侵蚀也很剧烈,往往是多种侵蚀形态并存。地面组成物质不同,抗蚀抗冲性能差别很大,区域性明显,分别为土质的、土石质的、风沙质的和石质的等。在黄土地区,土质的还可分为粘质、壤质、沙壤质等,视成图比例尺和制图要求而定。气候条件着重在调查降水、暴雨(或集中降水)、温差、风尘暴及其它灾害性天气等。植被的有无或优劣,对土壤侵蚀的发生发展、泥沙产量关系极大。植被的影响主要受被覆度高低的制约,植被类型与结构不同也有差别。水文方面包括径流、洪水、输沙率与含沙量等。土壤类型、土层厚度、发生层段与覆盖层的厚度变化、土壤的理化性质等,都与土壤侵蚀有关系。土地利用类型、耕作轮作制度、水土保持措施、开垦指数等都深刻影响土壤侵蚀,属于人类社会活动因素。

2) 社会经济活动。包括人口、劳力、工业、农、林、牧比例结构,水利水保,财政收支,国家经济发展方针,现行的水土保持政策及其群众的行为响应等。

2. 土地利用概况及生产水平调查。农、林、牧、副各类用地的面积,比率分配情况。农耕垦殖程度,反映农业的现状及其发展水平,人口密度和人均耕地数量将影响土壤侵蚀。森林覆盖率,反映林业发展的水平及已保持水土的面积。草地与畜牧业发展有关,良好生长的草地提高载畜量和保持水土的能力。各类用地的年际变化趋势和状况,陡坡开垦和退耕还林(牧)都与水土流失的轻重有关。生产水平,粮油作物的产量和产值,林木的生长量和采伐量,产草量和畜产量等不仅反映经济的兴衰变化,而且也影响土壤侵蚀。

3. 土壤侵蚀时空分布规律及区域特征的调查。土壤侵蚀类型及其强度等随海拔高度、地理纬度有明显的变化;流域不同,山脉的走向及坡向不同也使土壤侵蚀发生地域性变化。这些差异,反映土壤侵蚀的特点,为因地制宜治理土壤侵蚀和合理利用土地提供依据。土壤侵蚀随时间的变化过程、特点及原因,为分析不同条件下的土壤侵蚀,预测侵蚀发展方向和可能产生的后果及危害提供佐证。

4. 土壤侵蚀强度及侵蚀量调查。调查单位面积内土壤移走的重量、深度或体积,也可表示为某种侵蚀类型的分布密度。细沟量算法,量算暴雨前后细沟长、宽和深度变化,计算侵蚀重量或体积。根据树根裸露高度及树龄或历史记载,计算土壤侵蚀量。由

水库或坝地淤积量,计算流域的侵蚀模数。调查洪积、坡积、风积物的几何形态,估算侵蚀量。试验小区径流场及河流水文站观测资料的收集,可得到侵蚀强度的估测值。

5.水土流失的原因及危害调查。认识土壤侵蚀的危害,寻找原因,直接为生产服务。土壤侵蚀产生的恶果包括直接的、间接的、经济上的、社会方面的、生态环境方面的,都应高度重视。对其造成的原因,包括直接的、间接的以及人为诱发的、自然的,应作深入细致的分析。

6.水土保持措施及其效益调查。包括土壤保持措施的分布规律、社会效益、经济效益和生态效益,眼前利益和长远利益,直接拦沙保土增产效益和改善环境的间接效益。

(二)调查方法。

1.室内资料搜集分析与野外调查访问相结合。通过有关部门配合,收集自然、社会经济及农林牧水的资料,了解一般概况及分布特点,在综合分析的基础上,进行调查走访,了解影响侵蚀的因子,水土流失的现状与历史等。

2.路线调查与大比例尺典型样区调查结合。全面调查之始,在每个类型区应作大比例尺调查,详细观察记载,为统一标准,取得经验,起到控制性的作用。

3.土壤侵蚀调查与水土保持调查相结合。通过水土保持措施及布局,规划与区划的调查,进一步加深对土壤侵蚀规律的认识,更好地为水土保持服务。

4.土壤侵蚀调查与其它专题调查结合。如与土地利用、土壤资源、植被等相结合,可以互相补充,科学地应用这些调查成果,分析土壤侵蚀。

5.定性描述与定量分析结合。定性描述土壤侵蚀的外观形态,水土保持措施,及其分布地段、位置特征等。应尽可能多的定量化,包括形态的数量特征,侵蚀量和侵蚀强度,野外实测数据和室内量算等。

6.传统方法与新技术相结合。土壤侵蚀调查一方面要发挥传统地学方法的长处,另一方面要注意引入新技术。利用遥感技术和不同信息源,不仅可以减轻大量的劳动,而且提供丰富的、新的、准确的信息,从而可做到迅速、精确、节省资金。信息系统与计算机自动化技术等将使调查资料的分析处理更为科学。

7.调查、制图和编写报告相结合。边调查边注记制图,不断完善、修改、补充图件内容。土壤侵蚀图是体现调查结果的一种方式,编写报告是叙述调查制图的结果。三者缺一不可,完美的结合将产生良好的效果。

四、土壤侵蚀图的编制方法

土壤侵蚀图反映土壤侵蚀的调查结果,编制侵蚀图也是研究土壤侵蚀的重要手段。通过土壤侵蚀图,全面直观地了解土壤侵蚀类型的分布及特点,宏观分析土壤侵蚀发生发展规律及机理,反映水土流失现状。结合编图,量算统计各种类型面积,可以定量化、模型化地评价土壤侵蚀强度及潜在危害,为合理规划和布设水土保持措施提供科学依据。

(一)土壤侵蚀分类原则与依据

1.分类原则。

1)土壤侵蚀应有独有的分类系统。尽管我国幅员广大,侵蚀类型复杂多样,加之土壤侵蚀学科又是与多学科密切联系的综合性科学,土壤侵蚀的防治又涉及人类社会活动

等许多方面,但是,它应有自己独有的统一分类系统,同时必须吸收其它学科分类的优点,既反映土壤侵蚀本身发生、发展的规律,也表现各种因素叠加在土壤侵蚀中的影响。

2)以严谨的科学性为基础。分类应以土壤侵蚀学原理为基础,体现土壤侵蚀的发生发展和演化过程。例如,国内外的划分大多考虑到流水的集中与分散,以层状或线状流水等引起土壤侵蚀的特性与形态变化作划分的依据。

3)分类的目的突出,直接为生产实践服务。分类与侵蚀强度(程度)分级相结合,便于进一步定量评价,科学地利用土地。分类中应体现人为活动因素,充分重视人为作用下侵蚀方式及侵蚀强度的变化。

4)分类应具有一定的层次系统,力求统一,便于比较分析。详简程度受制于比例尺大小和制图目的,甚至于所采用的手段等而有所繁简。

5)简明扼要,深入浅出,通俗易懂,便于推广使用。

2.分类系统。侵蚀营力作为一级类型,在黄土地区主要有水力、重力和风力侵蚀,人为活动对侵蚀的直接影响也应考虑;二级类型以土壤侵蚀的形态与方式为依据,是整个分类的基础;三级类型表现二级类型的侵蚀程度。此外,根据地面组成物质不同(如石质、土石质、土质或风沙质等)或质地等级,各类型还可另作说明。因成图比例尺影响和制图目的不同,可按地形部位、土壤类型、土地利用状况及植被类型等细分。现以陕西省北部安塞县为例说明之。

安塞县属黄土高原丘陵沟壑区,土壤侵蚀严重,年平均降水量503毫米。以水力侵蚀为主,重力侵蚀活跃。地面组成物质以黄土为主,绵土类广布全县。各种侵蚀类型大多发生在黄土母质中,沟床底部可见第三系红土及基岩出露。分类系统如下:

1 水力侵蚀

10高被覆度下无明显侵蚀 植物覆盖度大于90%,土壤形成速度大于侵蚀速度,枯枝落叶层明显。分布于林区或多年未垦殖的灌丛荒坡等。

101沟间地高被覆度下无明显侵蚀

102沟谷地高被覆度下无明显侵蚀

11鳞片状侵蚀 在植被覆盖条件下,由于植物的阻挡,侵蚀强弱不均,断续进行,加之家畜(主要是羊)的践踏,见呈鳞片状裸露的地面而得名。在黄土地区,常由于侵蚀严重,被迫停耕弃荒而致,沟谷斜坡上到处可见。侵蚀强度的划分,主要是按植被覆盖度,植被的种类(如林、草、灌)及结构不同,侵蚀强度各异。

111轻度鳞片状侵蚀 覆盖度70—90%

112中度鳞片状侵蚀 覆盖度50—70%

113强度鳞片状侵蚀 覆盖度30—50%

114剧烈鳞片状侵蚀 覆盖度<30%

12母质片蚀 发生在母质裸露,径流十分分散的地面上,侵蚀强度受坡度影响最大。

121轻度母质片蚀 坡度<5°

122中度母质片蚀 坡度5—15°

123强度母质片蚀 坡度15—25°

124剧烈母质片蚀 坡度>25°

13细沟侵蚀 径流汇集到一定程度后,将地面刻划成细微的沟纹,在耕作层和疏松的表土中发展,可被耕锄所消灭,具短暂性。受比例尺的限制,制图时可不作另类而归于片蚀中一并考虑,有断续细沟与纹状细沟之分。按细沟面积划分侵蚀程度。

131轻度细沟侵蚀 细沟面积 $<10\%$

132中度细沟侵蚀 细沟面积 $10-30\%$

133强度细沟侵蚀 细沟面积 $30-50\%$

134剧烈细沟侵蚀 细沟面积 $>50\%$

14浅沟侵蚀 一般发生在斜坡坡度 $>15^\circ$ 的情况下,已切入或切穿犁底层,纵断面和斜坡相一致。浅沟较为固定,犁耕虽然可以横过,但耕锄不能消除其痕迹;相反,继续耕锄将促其成长发展。发育的浅沟呈瓦背状或浅凹地形,浅沟群体可呈树枝状、平行状、聚合状与辐射状分布。

141轻度浅沟侵蚀 每100米横坡面浅沟1—2条

142中度浅沟侵蚀 每100米横坡面浅沟3—4条

143强度浅沟侵蚀 每100米横坡面浅沟5—6条

144剧烈浅沟侵蚀 每100米横坡面浅沟多于6条

15切沟侵蚀 在间歇性股流或洪水冲刷等作用下,切入母质或风化物层形成切沟。切沟已不能横过耕作,具明显沟头,沟头多为跌水状或陡崖状。切沟的发展包括多种侵蚀方式,如股流的冲淘下切、崩塌、滑塌及陷穴侵蚀等。由于伴生多种侵蚀形式,其沟缘与边界常不易区分。

151轻度切沟侵蚀 切沟面积 $<10\%$

152中度切沟侵蚀 切沟面积 $10-30\%$

153强度切沟侵蚀 切沟面积 $30-50\%$

154剧烈切沟侵蚀 切沟面积 $>50\%$

16沟道侵蚀 指水路网的冲刷过程。当切沟或冲沟下端汇入其下的水路网时,开始沟道侵蚀,由溯源侵蚀、沟岸(或沟壁)崩塌、沟底冲淘等形成不同的形态。表示符号与河(沟)道相同,反映区域的侵蚀地貌特征,常用文字概述,也可按单位面积内沟道长度表示侵蚀程度。

161轻度沟道侵蚀 每平方公里小于1公里

162中度沟道侵蚀 每平方公里1—2公里

163强度沟道侵蚀 每平方公里3—4公里

164剧烈沟道侵蚀 每平方公里大于4公里

17洞穴侵蚀 由流水及地表径流等下渗时的溶蚀、潜蚀、冲淘、淘涮以及重力等作用形成的各式各样洞穴的过程,按形态而细分。

171陷穴

172水涮窝

173穿洞

2重力侵蚀 地表土石物质在自重作用下失去平衡,产生破坏、移动和堆积的一种自然现象。在严重水土流失地区,重力侵蚀向河流提供大量的泥沙,它和切沟侵蚀等类型

间呈现相互影响、相互促进和伴生的复杂而密切的关系,所以在较小比例尺制图中归并到沟蚀的发展方式中。

21滑坡 降水渗入土中,若遇不透水层或岩石时,交界面上水明显聚积,土体的内摩擦力减少,在土体的重力作用下,土体沿不透水层面下滑的现象叫滑坡,包括滑坡壁、滑坡体和滑坡前缘。可按规模大小细分。

22崩塌 陡崖上土石体失去平衡,在自重力的作用下突然倒塌坠落的现象。

23泻溜 陡岸或植被稀少的陡壁上,由于干湿、冷热、冻融等作用的影响,以碎屑土块的形式剥落,依自重堆积在坡脚的现象叫泻溜。红土泻溜现象很普遍。

3人为侵蚀类型 人类的生产活动等显著地改变了侵蚀的发展方式、方向及其侵蚀强度。如梯田、坝地等减弱了侵蚀;人工采石挖土如道路、住宅、工矿等建设的废石弃土,大大加剧了泥沙产量和侵蚀量;川地上发生水蚀过程,但人为开发利用培肥,片蚀程度很弱,灌溉水平高,人为熟化成土过程,其侵蚀状况也应另成一类。

31梯田弱度侵蚀

32坝地弱度侵蚀

33川地弱度侵蚀

34人工废石弃土剧烈侵蚀

据以上分类系统,在编制安塞县土壤侵蚀图时,可因比例尺及目的不同而有调整。

(二)土壤侵蚀类型图的编绘方法。专业用图的编绘方法通常有遥感信息判译转绘和实地测绘等,土壤侵蚀图亦不例外。应用航空、航天资料制图,是目前广泛采用的一种方法,它的速度快、精度高,节省人力和财力,对于边远山区和交通不便的地方尤其有优点。以地形图作基础,充分利用遥感资料的丰富信息,辅以必要的地面资料和野外调查,便可编绘土壤侵蚀类型图。其主要步骤包括:根据任务确定成图比例尺和信息源的片种时相;收集和熟悉工作区的图件资料;由典型试验区建立可行的制图单元系统和判读解译标志;室内解译预判与转绘成图;外业校验,检查可靠性,评价成图精度;修改、着墨、完成编绘原图;各类面积量算统计;编写调查报告等文字说明。编绘图件人员除应具备土壤侵蚀的专业知识外,还应有应用遥感技术方面的技能。在调查之前,最好制作大比例尺图件,以培养技术,提高成图质量。其中最关键的是信息源的判读。直接标志包括航片、卫片上地物的大小、形状、色调、阴影、纹理和质地等。由地物间的相关关系,参考地物的时空分布特点和物候期进行对比、综合、分析和推理,进行间接判译。

五、土壤侵蚀调查制图的成果

调查制图的成果主要包括:1.土壤侵蚀类型图及说明书;2.各种类型面积的量算统计结果;3.土壤侵蚀调查报告,包括:调查目的与任务,组织安排,工作进度,技术路线和编图方法,研究区概况和影响土壤侵蚀的因素分析,土壤侵蚀的危害,土壤侵蚀的分布规律与特点及治理意见等。

此外,还可按照要求编制专题图件,如切沟分布图,剧烈面蚀图,滑坡分布图,侵蚀强度图及水土保持工程措施图和水土保持区划图等。

本文讨论了土壤侵蚀调查制图的目的、方法和内容及提交的成果。土壤侵蚀调查的目的是研究土壤侵蚀类型和它的区域间差异,揭示土壤侵蚀的发生发展规律,为水土保持及其规划提供必需的资料。内容主要包括土壤侵蚀类型及其影响因素,土壤侵蚀的时空分布规律和侵蚀强度,水土流失的危害和水土保持措施等。采取多种方法相结合进行调查才能保证土壤侵蚀调查的良好效果。土壤侵蚀类型的划分应该是科学性和生产性相结合,侵蚀的方式、形态和强度的划分相结合。遥感资料能给侵蚀调查提供大量的有用信息,以地形图作基础,结合遥感技术和地面调查是土壤侵蚀制图的有效手段,具有快速、准确、节省人力、财力,能广泛应用。

参 考 文 献

- [1] 黄秉维: 陕西黄土区域土壤侵蚀的因素和方式,《科学通报》,1953年9月。
- [2] 朱显谟: 黄土区土壤侵蚀的分类,《土壤学报》,1956年4(2)。
- [3] 陈永宗: 黄土高原土壤侵蚀规律研究工作回顾,《地理研究》,1987年6(1)。
- [4] 史德明等: 土壤侵蚀调查方法中的侵蚀分类和侵蚀制图问题,《中国水土保持》,1983年第6期。
- [5] 唐克丽: 小流域土壤侵蚀调查制图的探讨,《水土保持通报》,1984年第5期。

A Primary Study on the Surveys and Mapping of Soil Erosion

Jiang Yongqing Wu Chunlong

Abstract

The paper deals with the purpose, the methodology, the content and the presented results from the surveys and mapping of soil erosion. The purpose of soil erosion surveys and mapping is to investigate the types of soil erosion and their distinguishing features in different regions, reveal the laws of the growing and forming of the soil erosion, and provide soil conservationists and engineers with detailed erosion data required to plan and execute erosion control programs on farms. The scientific system and productivity should be considered as the basic principles of the soil erosion classification. The patterns, fashions and intensity of soil erosion should be combined in the classifying system. The remote sensing data can give a lot of the information about soil erosion which is very powerful to erosion investigation. By the basis of the topography map, the combination of ground erosion surveys and remote sensing techniques can provide an efficient and widely applicable means of erosion mapping and surveys which is faster, more accurate, lower costs and very sparing in labour and manpower.