

东北典型黑土漫岗区切沟侵蚀空间格局分析

杜国明¹，雷国平¹，宗晓丹²

(1. 东北农业大学, 哈尔滨 150030; 2. 北京中农大网络发展有限公司, 北京 100085)

摘 要:旨在充分认识东北典型黑土漫岗区切沟分布的空间特征,为水土保持工作提供依据,以黑龙江省宾县漫岗区为研究区,结合实地调查,以 SPOT 5 遥感影像为数据源,基于人机交互方式提取切沟信息,并分析其分布特征。主要研究结论如下:5°~7°的漫岗坡面更易形成切沟侵蚀;切沟密度随海拔高度的增加呈现出先迅速上升后缓慢下降的趋势,在坡面的中下部更易发生切沟侵蚀;由于地理位置及地貌特征、土地利用方式、开垦时间早晚和治理措施等不同,研究区不同乡镇的切沟密度存在着较大差异。

关键词:切沟侵蚀;水土流失;宾县;黑土区

中图分类号:S157.1 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2011)02-0094-04

Analysis on Spatial Pattern of Gully Erosion Across Typical Black Hilly Region of Northeast China

DU Guo-ming¹, LEI Guo-ping¹, ZONG Xiao-dan²

(1. Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;

2. Beijing Network Ltd, China Agricultural University, Beijing 100085, China)

Abstract:For fully understanding the spatial characteristics of gully erosion distribution over typical black hilly region of Northeast China and providing the basis for the conservation of water and soil work, this paper selected the hilly areas of Bin Country of Heilongjiang Province as the study area, took the SPOT5 remote sensing images as the data source, got the information of gully based on man-machine interaction, and analyzed the spatial pattern of the gully. The main conclusions were as follows: it was easier to form a hilly slope gully erosion on 5°~7° of the hilly slope; gully density showed the trend of slow decline after the first rapid rise accompanying the increasing of altitude, it was easier to form a hilly slope gully erosion in the middle and lower slopes; there was a big difference of gully density in different towns because of the differences on location and topographic feature, land use, sooner or later cultivation time and control measures.

Key words:gully erosion; soil erosion; Bin County; black soil region

切沟作为水土流失的一种形式,最明显的危害是切割地表、冲走沃土、破坏耕地、威胁村屯、淤积河道、填塞水库,造成区域生态环境恶化和土地资源浪费^[1]。国外学者关于切沟侵蚀的研究相对较早,例如 Horton 于 1945 年将坡面上的过渗产流产生的剪切力刚好大于地表的抗冲刷能力的坡面长度定义为沟道产生的临界坡长概念^[2]。Schumm 于 1956 年将能够使排水沟道得以发展的最小面积定义为“沟道维持常数”概念^[3]。而近来国外学者对于切沟侵蚀研究主要集中在沟蚀发生临界条件^[4]、切沟的监测技术^[5]、切沟溯源侵蚀速

率^[4]、切沟对流域产沙的贡献^[6]等方面。我国侵蚀沟研究开始于黄土高原地区,并将此作为主要研究区域^[7-9]。作为国家商品粮基地的东北黑土区,其土壤切沟侵蚀问题近年来日益受到广泛的关注^[10]。研究内容集中在侵蚀沟遥感分类与监测^[1]、切沟侵蚀发育机理与特征^[11]、防治措施^[12]等方面。而利用高分辨率卫星影像在较大范围内对切沟分布规律的研究较少。显然,深入分析切沟分布的空间规律,更有助于认识切沟发育的机理,为水土保持工作提供依据。本文选择典型的东北黑土漫岗区黑龙江省宾县漫岗区为研

收稿日期:2010-10-13 修回日期:2010-10-28
资助项目:黑龙江省教育厅自然科学项目(11541026);东北农业大学科学研究基金(2009);东北农业大学寒地黑土资源保护利用创新团队项目(CXT003)
作者简介:杜国明(1978—),男,内蒙古宁城县人,副教授,在站博士后,主要研究方向为土地利用及人地关系。E-mail:nmgdgm@126.com

究区,结合实地调查,以 2.5 m 分辨率的 SPOT 5 遥感影像为数据源,提取切沟信息,分析其分布特征。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

宾县地处东经 $126^{\circ}55'41''$ — $128^{\circ}19'17''$,北纬 $45^{\circ}30'37''$ — $46^{\circ}01'20''$,位于黑龙江省南部、松花江南岸,是“三北防护林”的东部起点,其生态环境对于保障东北生态安全具有举足轻重的意义。张广才岭支麓余脉延伸全县,地势为南高北低,南部山地呈条状沿东南县境延伸,中部为丘陵地带,北部沿江为河谷平原区。全县土地总面积为 $3\,844.6\text{ km}^2$ 。

本文选择宾县北部海拔高程在 300 m 以下的范围为研究区域。该区域是平原与山脉余脉接壤的地带,属于典型的漫岗区,地貌特点是坡度较小,坡面较长,呈平原微坡状态。研究区土地总面积为 $3\,142.2\text{ km}^2$,占宾县总面积的 81.7%,涉及到了县内的全部 17 个乡镇。该区域属中温带大陆性季风气候,年平均气温 $3.9\sim 4.4^{\circ}\text{C}$,年平均降水量为 $577\sim 681\text{ mm}$ 。松花江自西向东从宾县境内流过,境内主要河流有蜚克图河、枷板河、马蛇子河、海里浑河、涛淇河、淘气河、摆渡河、鸟河等,总长度达 300 km 以上。该区域内耕地广布,林地较少,便于切沟的遥感解译。

1.2 数据来源与研究方法

本研究收集到覆盖全县的基础数据包括:经纠正、合成、镶嵌的 2009 年 6 月、2008 年 10 月、2005 年 8 月共 3 期 SPOT5 真彩色遥感影像,空间分辨率为 2.5 m;2009 年 1:1 万土地利用数据库,第二次土地调查农村土地调查成果;SRTM 的 DEM 数据,空间分辨率为 $30''$;1:10 万土壤图,包括土壤类型、土壤养分分布图等;行政区划、社会经济等相关数据。

数据收集后,统一采用西安 80 坐标系、高斯-克吕格投影、1985 年国家高程基准对各种空间数据进行处理和集成,构建研究区基础地理数据库。而后在野外考察的基础上,确定研究区范围,建立解译标志,提取切沟信息,并依托基础地理数据库,分析切沟分布的空间格局。

2 切沟信息提取

2.1 建立解译标志

完整的沟蚀序列一般包括细沟、浅沟、切沟和冲沟^[14]。作为一种线状侵蚀形态,切沟一般是由浅沟发展而来,指纵剖面与所在坡面基本一致的侵蚀沟,以不能横过耕作为主要特征。切沟侵蚀发展的方式主要有沟头的溯源侵蚀、沟坡的侧岸侵蚀及沟底的下

切侵蚀^[15]。为了更加准确地了解切沟特征及其分布规律,在提取切沟信息之前,对研究区域进行了野外调查。调查发现:在具有一定坡度的地区,切沟的分布数量明显多于平缓地区;切沟不仅分布在耕地中,在居民点周围、道路附近分布也很广泛,且发展极为迅速,给当地居民的生产生活造成了严重的危害;切沟长度通常从几十米到上百米,少数切沟延伸数百米,沟宽从几米至几十米,两者横断面呈“V”形或展宽的“V”形,具有明显的沟缘特征,在高分辨影像上较易识别。基于此,建立切沟的遥感影像解译标志。

2.2 基于“人机交互”的切沟信息提取

根据切沟解译标志,结合土地利用和 DEM 数据,以 ArcGIS 9.2 为平台,建立表示切沟的线状要素层,对研究区内的遥感影像进行目视解译(以 2009 年 6 月、2008 年 10 月的影像为主要依据,对于有云覆盖或难以辨别的区域进一步参考 2005 年 8 月的影像),提取各切沟的中心线,以反映其分布、走势和长度,并得到研究区切沟分布图。解译中的主要技术难题及解决方案如下:

(1)沟渠与切沟的区分问题。沟渠是人工修建的供灌溉、引水、排水用的人工设施。反映在影像上,沟渠长短不一,形状大部分较为规则,但长度较短及形状不规则者在影像上与切沟较为相似。在解译过程中尽量根据影像形态及其与耕地位置关系来区分切沟与沟渠。

(2)季节性河流与切沟的区分问题。由于季节性河流有一定的间歇性,随着时间的变化季节性河流可能干枯,在影像上表现为切沟的特征。在解译过程中尽量根据长度、宽度及土地利用数据库中的线状要素来区分季节性河流与切沟。

(3)切沟边缘线分辨问题。切沟反映在影像上的轮廓往往较实际宽,这是由于切沟边缘往往分布有条带状荒草地,而实际边缘和荒草地边缘在 2.5 m 分辨率的 SPOT 5 影像上是难以区分开的。在解译时,将切沟边缘的荒草地算作切沟的一部分,从而根据整体宽度提取切沟的中心线。

3 切沟侵蚀空间格局分析

切沟分布的空间格局主要通过切沟密度(切沟长度除以区域面积)这一指标来反映。研究区内共有切沟 3 156 条,总长度为 640.57 km,平均切沟密度为 $204\text{ m}/\text{km}^2$ 。

3.1 切沟分布的坡度分异

根据 DEM 数据生成坡度图,并根据研究区坡度状况分为 11 个坡度等级(见表 1)。将坡度分级图与

切沟分布图进行叠加分析,计算各坡度级范围内的切沟密度,见图 1。

表 1 坡度等级对照表

坡度等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
坡度/(°)	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	>10

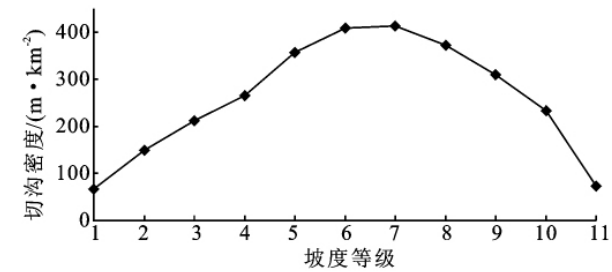


图 1 切沟密度随坡度等级变化

由图 1 可见,切沟密度随坡度的增加呈现出先增加后减少的趋势,在 6,7 级(即 5°~7°)出现峰值,土壤侵蚀程度最为严重,且当坡度在 7°以上时切沟密度随坡度增加而变化的幅度大于<7°时的幅度。说明当坡度在 7°以下时,坡度因素是影响切沟生成的主导因素;5°~7°的漫岗坡面更易形成切沟侵蚀,是防治侵蚀沟的重点区域;在>7°的坡度范围中,坡度已不是影响研究区切沟生成的主导因素,坡面形态、坡长、坡向、汇水面积等对此影响较大。

3.2 切沟分布的坡向分异特征

根据 DEM 数据生成坡向数据,并将其分成北、东北、东、东南、南、西南、西和西北 8 个方向的坡向图,再与切沟分布图叠加,计算不同坡向的切沟密度,见图 2。

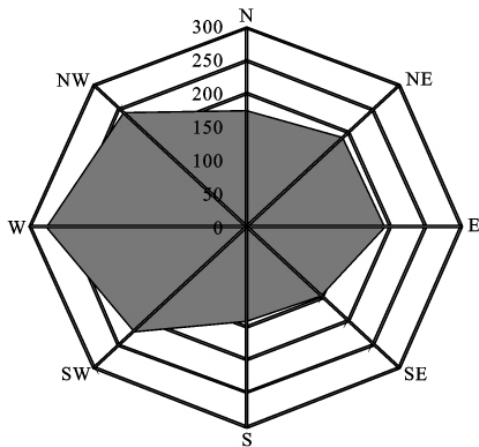


图 2 切沟密度随坡向变化

由图 2 可见,切沟密度在不同坡向上存在着较大差异,具体表现为:阴坡(北坡)高于阳坡(南坡),西坡高于东坡,西坡及西北坡切沟密度最大,南坡和东南坡切沟密度最小。造成这种现象的原因可能有以下两个方面:(1)在气温低下的宾县,光照条件较好的阳坡更有利于各种植物的生长,从而增强水土保持的作用;(2)与该地区的地形走向有关,在不同坡向上的坡

度、坡长、汇水面积、坡面形态以及其它地形因素共同作用下,在西坡及西北坡的地形因素综合条件有利于切沟的形成。

3.3 切沟分布的垂直分异特征

根据 DEM 数据,按 10 m 海拔间距将海拔高度介于 100~300 m 的研究区分成 20 个海拔高程段,然后与切沟分布图叠加,计算各高程段切沟密度。不同高程段的切沟密度曲线如图 3 所示。

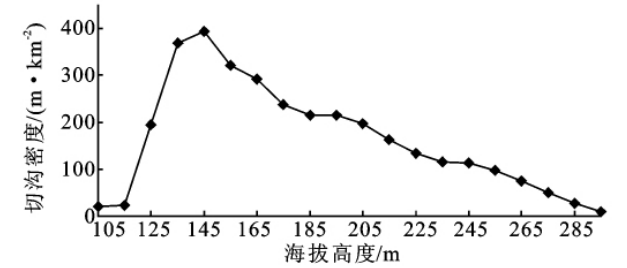


图 3 切沟密度随海拔高度变化

由图 3 可见,在海拔 100~300 m 的研究范围内,切沟密度随海拔高度的增加呈现出先迅速上升后缓慢下降的趋势,这说明不同高程带上,土壤的抗侵蚀程度不同。在 100~120 m 的高程范围内切沟的密度较小且变化不大,说明在该区域内不易发生侵蚀现象;在 120~150 m 的高程范围内切沟密度随海拔高度的增加呈现急剧增长态势,并且在 140~150 m 的高程段上出现峰值。说明在该高程范围内人为因素的干扰和自然地形地貌的交互作用加大,土壤侵蚀的敏感度加大,切沟大量产生,所以对于这一高程段内应该加大切沟的防治力度;在 150~300 m 的高程范围内切沟密度随海拔高度的增加呈现出缓慢下降的态势。这可能与地貌部位有关:即愈趋向于坡面顶部,坡度愈趋缓,因此土壤侵蚀的敏感度降低。该变化曲线也充分表明,对于漫岗黑土区,坡面的中下部位更易发生切沟侵蚀,是水土流失防治的重点区域。

需要特别说明的是,不同分辨率的 DEM 数据在反映实地坡度、坡向、高程方面存在一定的误差,也会对上述分析结果产生一定的影响,这是今后应进一步加以研究和的地方。

3.4 切沟分布的乡镇差异

研究区内各个乡镇在人口生存压力、土地利用方式、开垦时间早晚和治理措施力度等方面存在一定差异,构成了各自独特的人文侵蚀环境。对各乡镇切沟密度的比较,可以从一定程度上揭示不同行政单元影

响水土流失的人为因素差异。将行政区图与切沟分布图叠加,计算各乡镇切沟密度,如附图 13 所示。

由图附 13 可见,不同乡镇的切沟密度存在着较大的差异,其中,糖坊镇、经建乡、永和乡的切沟密度相对较高,除摆渡镇外,坡度相对较大的平坊镇和宾州镇的切沟密度相对较低。造成这种现象的原因主要有:(1)各乡镇所处的地理位置及地貌特征有所差异。例如糖坊镇处于松花江与蜚克图河的交汇处,水网密集,水力侵蚀作用明显大于其它乡镇。(2)各乡镇的土地利用方式存在差异,各种土地利用方式下土壤的抗侵蚀程度有所差异。例如平坊镇,虽地处平原与丘陵过渡地带,坡度较大,但耕地面积较少、林地面积较多,因此切沟密度比之其它乡镇较低。(3)开垦时间早晚和治理措施力度等方面存在较大差异,影响切沟的预防与治理,导致切沟密度产生差异。

4 结 论

(1)沟渠、季节性河流在影像特征上与切沟较为相似,应进一步根据其形态、与耕地位置关系等进行辨别,在必要的条件下可参照大比例尺土地用数据,特别是线状地物数据。

(2)当坡度在 7°以下时,坡度因素是影响切沟生成的主导因素,随坡度增大,切沟侵蚀加剧;5°~7°的漫岗坡面更易形成切沟侵蚀;坡度>7°的坡面,坡度因素不是影响切沟生成的主导因素。

(3)切沟密度随海拔高度的增加呈现出先迅速上升后缓慢下降的趋势。漫岗黑土区,坡面的中下部位更易发生切沟侵蚀。

参考文献:

[1] 闫业超,张树文,岳书平. 克拜东部黑土区侵蚀沟遥感分类与空间格局分析[J]. 地理科学,2007,27(2):193-198.
[2] Horton R E. Erosional development of streams and their

drainagebasins; hydrophysical approach to quantitative morphology [J]. Geological Society of America, 1945, 56: 275-370.

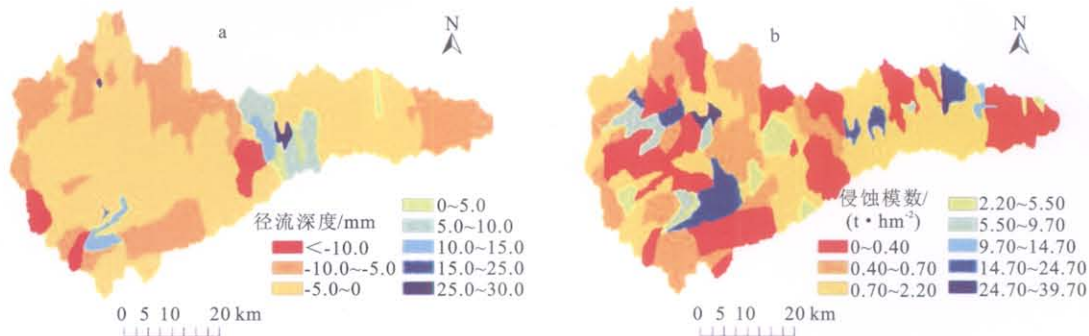
[3] Schumm S A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy[J]. New Jersey Bulletin Geological Society America, 1956,67:597-646.
[4] Vandekerckhove L, Poesen J, Govers G. Medium-term gully headcut retreat rates in Southeast Spain determined from aerial photographs and ground measurement[J]. Catena, 2003,50:329-352.
[5] Poesen, Nachtergaele J, Verstraeten G, et al. Gully erosion and environmental change: importance and research needs [J]. Catena,2003,50:91-133.
[6] Capra A, Mazzara L M, Scicolone B. Application of the EGEM model to predict ephemeral gully erosion in Sicily Italy[J]. Catena, 2005,59(2):133-146.
[7] 朱显漠. 黄土高原水流侵蚀的主要类型及有关因素[J]. 水土保持通报,1982,2(2):99-115.
[8] 张科利,唐克丽. 黄土高原坡面浅沟特征值的研究[J]. 水土保持学报,1991,5(2):8-13.
[9] 李斌兵,郑粉莉,张鹏. 黄土高原丘陵沟壑区小流域浅沟和切沟侵蚀区的界定[J]. 水土保持通报,2008,28(5):16-20.
[10] 阎百兴,沈波,刘宝元,等. 黑土区水土流失与生态安全综合科学考察报告[R]. 长春:中国科学院东北地理与生态研究所,2007:1-2.
[11] 孟令钦,李勇. 东北黑土区坡耕地侵蚀沟发育机理初探[J]. 水土保持学报,2009,23(1):7-11.
[12] 刘宪春,温美丽,刘鸿鹄. 东北黑土区水土流失及防治对策研究[J]. 水土保持研究,2005,12(2):6-78.
[13] 于明. 黑龙江省平原漫岗区侵蚀沟治理新措施[J]. 中国水土保持,2004(4):36-37.
[14] 陈永宗. 黄河中游黄土丘陵区的沟谷类型[J]. 地理科学,1984,4(4):321-327.
[15] 伍永秋,刘宝元. 切沟、切沟侵蚀与预报[J]. 应用基础与工程科学学报,2000,8(2):134-142.

(上接第 85 页)

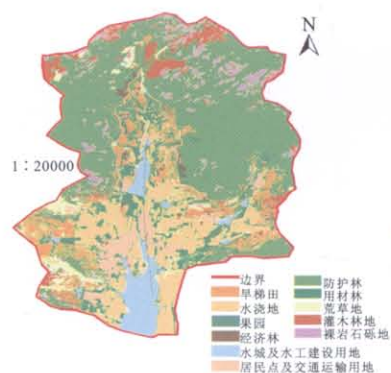
参考文献:

[1] 郑世清,马振风,琚彤军,等. 延安中尺度研究区土壤侵蚀特征与生态环境建设模式[J]. 西北植物学报 2003, 23(8):1442-1446.
[2] 曹世雄. 在黄土高丘陵区土质路面种草[J]. 生态学报, 2005,25(7):1754-1763.
[3] 田均良,梁一民,刘普灵. 黄土高原丘陵区中尺度生态农

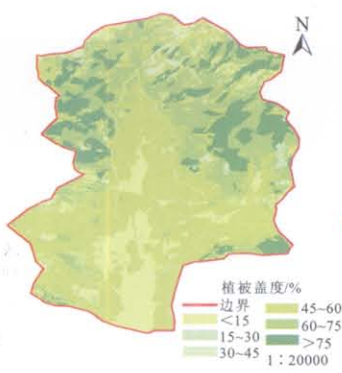
业建设探索[M]. 郑州:黄河水利出版社,2003.
[4] 郑世清,文婕英,殷振江. 黄土山坡植物路防蚀理论与建造技术[J]. 水土保持研究,2005,12(5):95-98.
[5] 甘锐,岳大鹏,甘枝茂,等. 陕北多沙粗沙区乡村聚落土壤侵蚀及其防治对策[J]. 水土保持通报,2006,26(4):96-100.
[6] 陈翠红,郑世清,许明祥,等. 安塞县侯沟门村新农村建设与水土保持措施配置研究[J]. 水土保持研究,2009, 16(6):179-183.



附图5 汭河流域水土流失空间差异评估



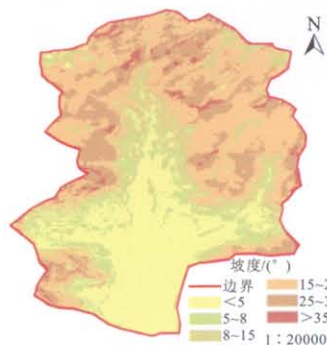
附图6 九仙山子流域土地利用图



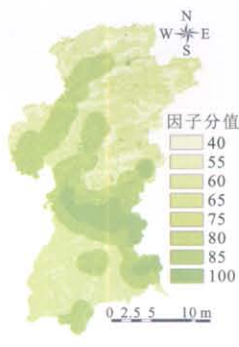
附图7 九仙山子流域植被盖度图



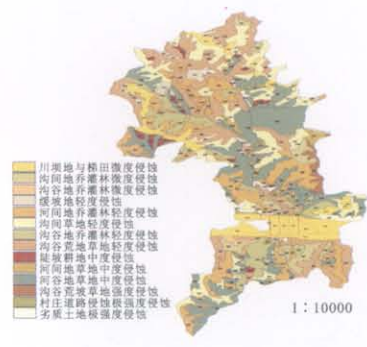
附图8 九仙山子流域DEM图



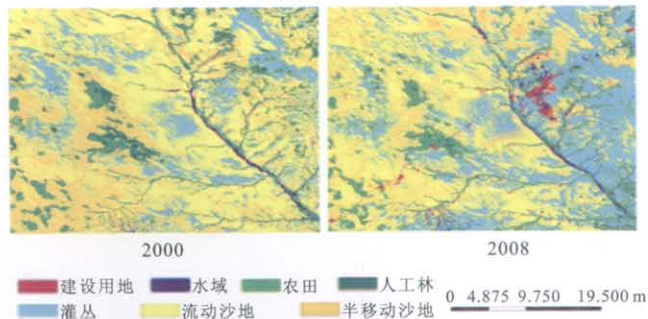
附图9 九仙山子流域坡度图



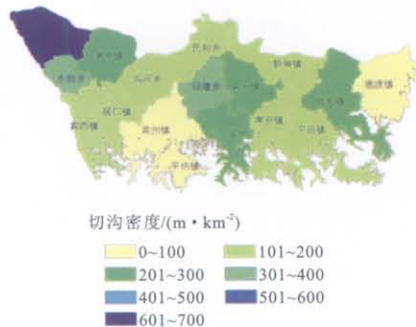
附图10 分宜县水源可及度因子分值图



附图11 安塞县侯门村土壤侵蚀类型图



附图12 2000年、2008年榆神矿区景观格局



附图13 宾县各乡镇切沟密度分布图