

东北半干旱区侵蚀沟土壤物理特征研究

高世乾^{1,2,3,4}

¹陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

²陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

³自然资源部退化及未利用土地整治重点实验室, 陕西 西安

⁴陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: WangJian_soil@163.com

收稿日期: 2020年10月5日; 录用日期: 2020年10月20日; 发布日期: 2020年10月27日

摘要

随着开发力度不断加大, 东北黑土区水土流失问题引起了广泛关注, 其中侵蚀沟的发生发展及危害尤为引人注目。目前, 国家针对黑土侵蚀沟问题投入了巨大的人力物力进行工程治理, 但侵蚀沟的基础研究相对滞后。对此, 针对侵蚀沟土壤的水分含量、粒径组成以及土壤容重展开研究, 以期为后续侵蚀沟治理提供理论依据。

关键词

东北半干旱区, 水土流失, 侵蚀沟

Investigation of Erosion Gully and Soil Physical Characteristics in Semi-Arid Areas of Northeast

Shiqian Gao^{1,2,3,4}

¹Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

³Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Nature and Resources, Xi'an Shaanxi

⁴Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Email: WangJian_soil@163.com

Received: Oct. 5th, 2020; accepted: Oct. 20th, 2020; published: Oct. 27th, 2020

文章引用: 高世乾. 东北半干旱区侵蚀沟土壤物理特征研究[J]. 土壤科学, 2020, 8(4): 200-206.

DOI: 10.12677/hjss.2020.84031

Abstract

As development continues to increase, the problem of soil erosion in the black soil region of North-east China has aroused widespread concern. The occurrence and development of the erosion ditch and its hazard are particularly noticeable. At present, the state has invested enormous manpower and material resources in engineering management for the problem of black soil erosion ditch. However, the basic research on erosion ditch is relatively lagging behind. In this regard, this paper carries out the research on the moisture content, particle size composition and soil bulk density of erosion gully soil in order to provide a theoretical basis for the subsequent treatment of erosion gully.

Keywords

Semi-Arid Area in Northeast, Soil Erosion, Erosion Gully

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着近年来高精度卫星的发射,无人机遥测等高新技术的发展,针对我国东北地区侵蚀沟的研究内容也是日新月异。顾广贺等人研究了坡度、坡长以及降雨对漫川漫岗区侵蚀沟密度分布的影响,研究结果表明东北漫川漫岗区近 90%的侵蚀沟为不稳定性侵蚀沟,且北部侵蚀沟的发育剧烈程度以及分布密度明显高于南部地区[1]。也有人借助高分卫星,充分运用遥感技术手段,探索侵蚀沟的识别方法,以期后续研究侵蚀沟的监控和治理提供技术手段[2]。这些研究都是从宏观考虑,研究了侵蚀沟的分布以及发育特征,很少有人从微观的土壤物理性状方面着手研究。最新地学领域著名国际期刊文献表明:沟道侵蚀控制技术的高水平基础研究报道只占到沟道侵蚀研究总量的 4.2% [3],王大安等人用吸管法和激光法分别测定了土壤颗粒组成,两种方法对测量沙粒、粉粒、黏粒含量时均有较高的准确性,想要进一步划分粒级时,两种方法都会出现不同程度的偏差[4],但是,只针对土壤粒径组成进行研究,显得较为单一。目前对侵蚀沟发生发展机理研究较多,且多集中在东北典型黑土区[5],针对东北半干旱区侵蚀沟土壤物理性状的基础研究相对匮乏,对侵蚀沟生态恢复的土壤肥力研究不足,目前,国家大力投入治理黑土退化,提倡生态修复,侵蚀沟的专项治理更是治理的重难点。但针对侵蚀沟治理措施的原理等基础研究还较为缺乏。本文在此背景下,结合区域侵蚀沟治理现状和问题,从生态修复土壤立地条件评价的视角研究该区域典型侵蚀沟土壤的水文物理特征,通过研究半干旱区侵蚀沟土壤的物理性质,为后期侵蚀沟生态治理和因地制宜的治理模式提供理论基础,对遏制该地区侵蚀沟的扩张,改善和恢复农业生态系统,维持土地完整,保护耕地和农民财产安全意义重大。

2. 研究区概况

阜蒙县位于辽宁省西北部,总面积 6264.2 km²。地形以低山丘陵为主,气候属北温带半干旱季风大陆性气候区,年均气温 7.2℃,多年平均降水量为 500 mm 左右,5~9 月份降水量 425 mm,占全年的 85%,土壤类型主要是褐色森林土和棕色森林土,是棕壤和褐土的过渡地带。全县低山丘坡度大,局部可见断崖悬崖,在集中降雨作用下沟蚀情况已相当明显,在黄土状松散地形区侵蚀愈加明显。华北植物区与内

蒙古植物区交错地带，森林覆盖率 27.59%。土壤流失较为严重，100~5000 m 长度的侵蚀沟密度 0.43 条/平方公里，主要分布于县域西北部化石戈、红帽子乡和于寺镇一带。

突泉县位于内蒙古自治区兴安盟西南部，地处大兴安岭向松嫩平原和科尔沁草原的过渡地带，总面积 4889.5 km²。地形特点是“北山、中丘、南平原”（地势自西北向东南倾斜，北部多为浅山区、中部是丘陵起伏地带、南部则是大草原。），北部山地面积占到 33.1%，中部低山石质丘陵区占到 39%，属温带大陆季风性气候，年平均气温 5.7℃，平均降水量为 400 毫米左右，主要土壤类型包括暗棕壤、黑钙土、草甸土和黑土，森林覆盖率低，在 10% 以下。土壤流失较为严重，100~5000 m 长度的侵蚀沟密度 0.99 条/平方公里，主要分布于县域中北部东杜尔基、永安、哈拉沁、巨力、六户、学田和宝石镇一带。

3. 研究方法

以内蒙古突泉县和辽宁阜新地区为典型研究区，分别选择当地具有鲜明代表的两条侵蚀沟进行采样研究，沿侵蚀沟布设采样点，因阜蒙县选择的侵蚀沟为大型发育阶段的沟，沟岸和沟底落差大，且沟壁陡立，安全性差，故没有在沟底采样。采样点分布见图 1。按照采样技术规范，用土钻采取表层(0~20 cm)土样与亚表层(20~40 cm)土样，为尽量减小误差，每个样品均为多点混合土样。将所取土样风干后进行指标测量。采用环刀法测量土壤容重，土壤含水率用烘干法测量，每个样品重复三次[6]，土壤粒径使用马尔文激光粒度仪测得。

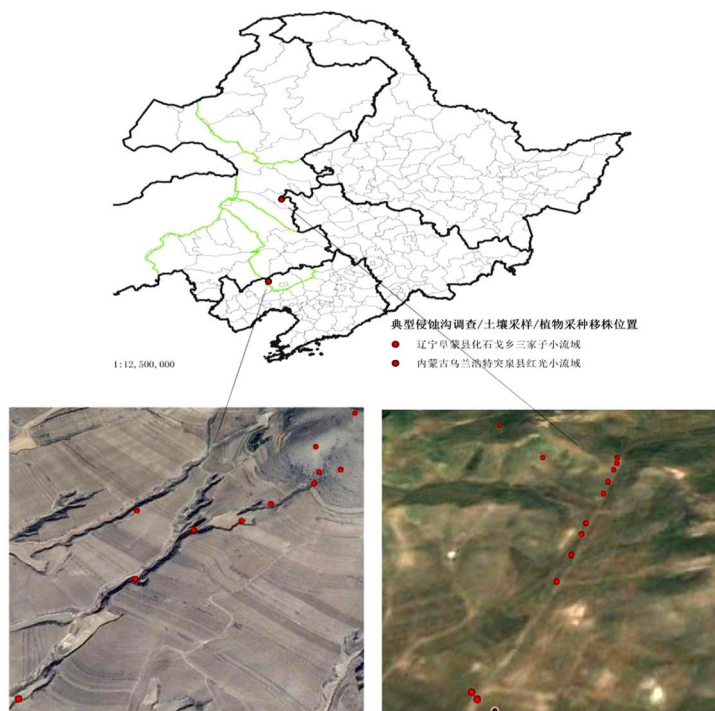


Figure 1. Distribution map of sampling sites in Fumeng County, Liaoning (left) and Tuquan County, Inner Mongolia (right)
图 1. 辽宁阜蒙县(左)与内蒙古突泉县(右)采样点分布图

4. 结果与分析

土壤粒径是描述组成土壤间的各分组的土壤颗粒大小及均匀程度，土壤粒径分布是指土壤中各粒径级所占的百分比，粒径分析是为了测定不同直径土壤颗粒的组成，进而确定土壤的质地，土壤颗粒组成在土壤形成和土壤的农业利用中具有非常重要的意义。阜蒙县与突泉县侵蚀沟表层土壤粒径分布如图 2 所示。

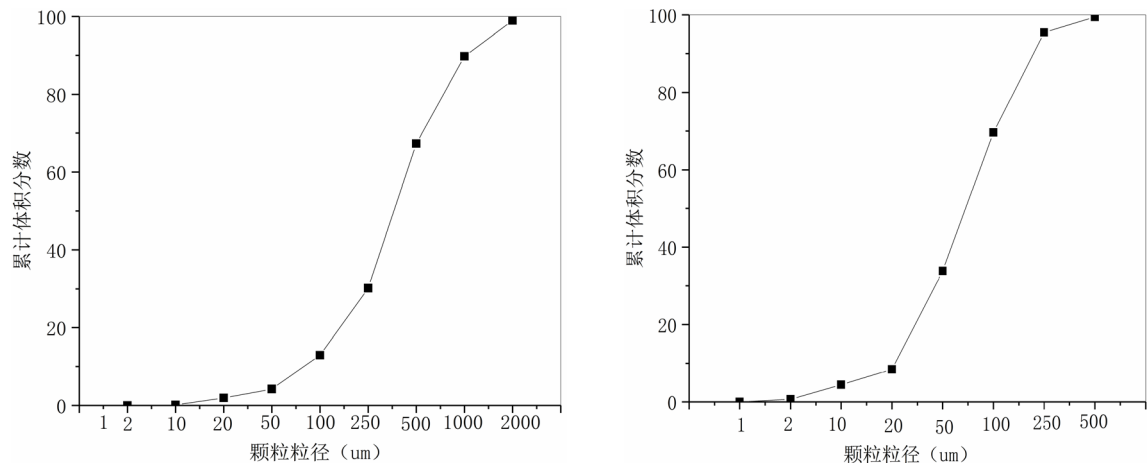


Figure 2. Fumeng County (left) and Tuquan County (right) surface soil particle size distribution of erosion gullies
图 2. 阜蒙县(左)与突泉县(右)侵蚀沟表层土壤粒径分布

根据国际土壤质地分类标准：粘粒粒径 $< 2 \mu\text{m}$ ，粉粒粒径为 $2\sim 20 \mu\text{m}$ ，砂粒粒径为 $20\sim 2000 \mu\text{m}$ ，由土壤粒径分布图(图 2)可知，突泉县和阜蒙县的土壤中总体砂粒含量分别为 95% 和 91%，基本不含有粘粒，且粉粒含量极少，两地土壤砂粒含量皆在 90% 以上，土壤质地皆属于砂土，含沙量较高。因此，其土壤颗粒内部小孔隙少，保水性能差，颗粒间较大的孔隙致使其有较好的通透性，其颗粒间凝聚力小，受外力影响容易使土体分散，为水土流失敏感区。而且大颗粒间隙使水分入渗和蒸发快，耐旱性能差，养分易淋湿，导致土壤肥力匮乏。而阜蒙县表层土壤中 $500\sim 2000 \mu\text{m}$ 的大粒径砂粒含量在 30% 左右，而突泉县侵蚀沟表层土壤基本为 $20\sim 500 \mu\text{m}$ 的小粒径颗粒，由此来看，阜蒙县土壤颗粒间粘结力更小，保水性能更差，土壤肥力保留时间更短。土壤中过高的砂粒含量使得植物生长环境恶劣，水肥不足，在施肥过程中不易一次性施肥过多，否则会造成植物疯长和营养流失，应遵循少量多次的施肥原则。

土壤含水率是反应天气干旱程度的重要指标，也是水文、气候、生态、农业领域的重要参数，还是监测全球气候变化的重要组成部分，是研究土壤保水性能的重要参数。突泉县侵蚀沟表层土壤含水率见图 3，突泉县和阜蒙县侵蚀沟土壤含水率为图 4、图 5。

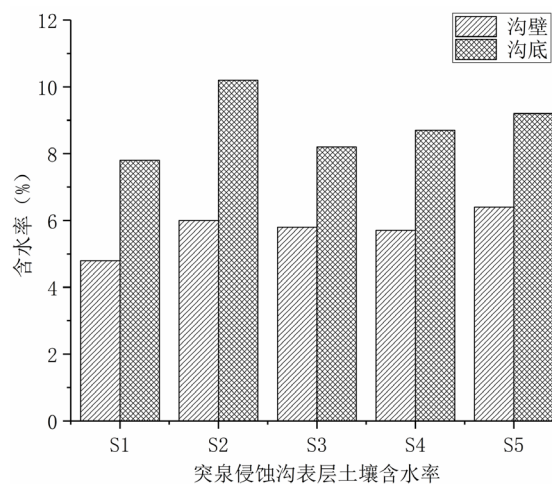


Figure 3. Surface soil moisture content of erosion gully in Tuquan County
图 3. 突泉县侵蚀沟表层土壤含水率

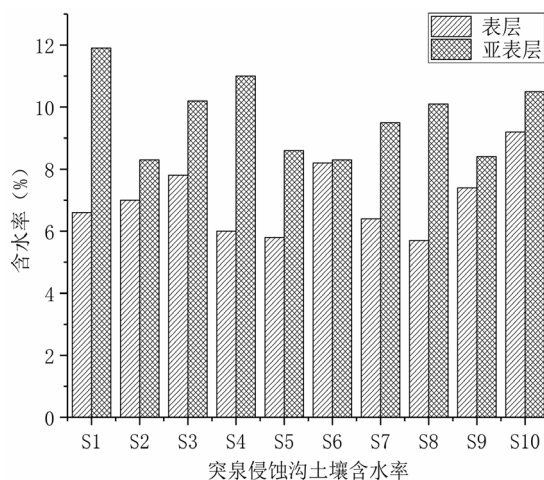


Figure 4. Soil moisture content of erosion ditch in Tuquan County

图 4. 突泉县侵蚀沟土壤含水率

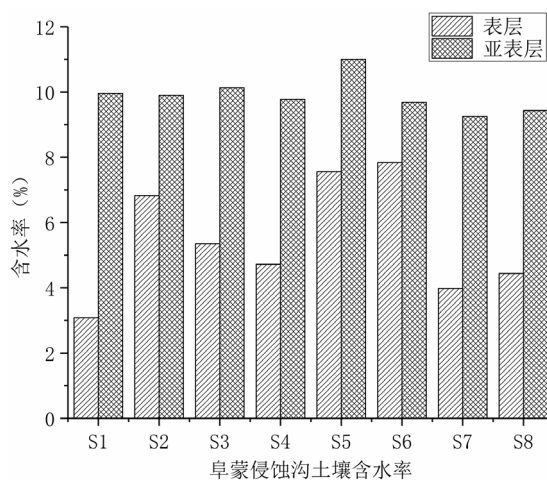


Figure 5. Soil moisture content of erosion ditch in Fumeng County

图 5. 阜蒙县侵蚀沟土壤含水率

从整体来看，突泉县与阜蒙县亚表层土壤含水率相差不大，都在 10% 左右，但突泉县表层土壤含水率略高，可能是由于阜蒙县表层土壤中含有更多的大粒径砂粒，土壤间大的孔隙度使得水分蒸发快，对水分的保留效果更差，这也是导致阜蒙县侵蚀沟表层与亚表层土壤含水率差异显著的原因，其含水量分别在 5% 和 10% 左右，两地侵蚀沟表层土壤含水率均在 5% 左右，说明两地土壤含水率普遍较低。根据土壤含水率和干旱程度分级标准，在 0~10 cm 土壤中，当土壤含水率在 12%~15% 时为轻度干旱，当土壤含水率在 8% 和 5% 左右时分别为中度干旱和重度干旱。由此可知，两地均为中度以上干旱区，加之两地雨季集中，暴雨冲刷能力强，易造成水土流失。春季干旱少雨，土壤中水分含量少，植物生长环境恶劣，严重影响侵蚀沟生态恢复能力，使得沟蚀发展愈演愈烈。由突泉县侵蚀沟表层土壤含水率可以看出，侵蚀沟沟底和沟壁表层土壤含水量略有差异，沟壁表层土壤含水率平均水平为 6% 左右，而沟底土壤含水率大概为 9% 左右，造成沟壁沟底含水量差异的原因可能是沟底水量汇集多，总体水分含量高于沟壁，且沟内受风力扰动作用小，沟底沉积土壤多为上游流失的粒径较小的土壤颗粒，故沟底土壤含水率略高。

土壤容重指单位体积下土壤的质量，综合反映了土壤的紧实度、透气性和透水性。容重大小由土壤的机械组成、有机质含量等因素决定，单位体积下土壤重量越大说明土壤板结度高，土体间孔隙度小，

不利于空气和水分的传输，土壤退化程度严重。突泉地区侵蚀沟表层土壤容重如图 6 所示，突泉地区和阜蒙地区侵蚀沟土壤容重分别见图 7 和图 8。

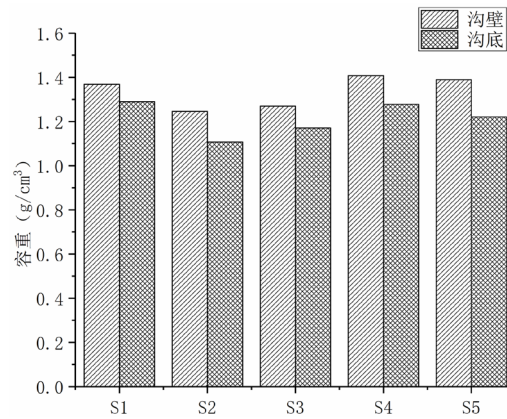


Figure 6. The bulk density of the surface soil of the erosion gully in Tuqian County
图 6. 突泉县侵蚀沟表层土壤容重

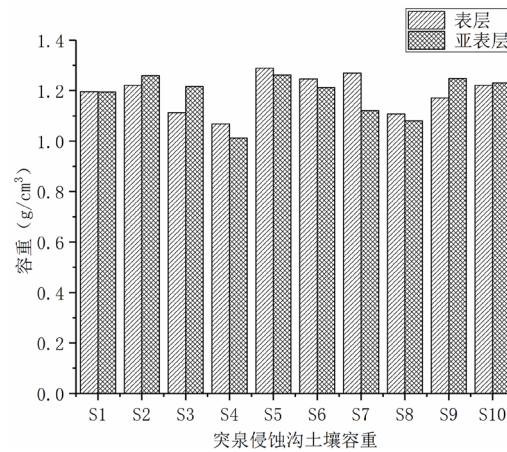


Figure 7. The bulk density of the surface soil of the erosion gully in Tuqian County
图 7. 突泉县侵蚀沟表层土壤容重

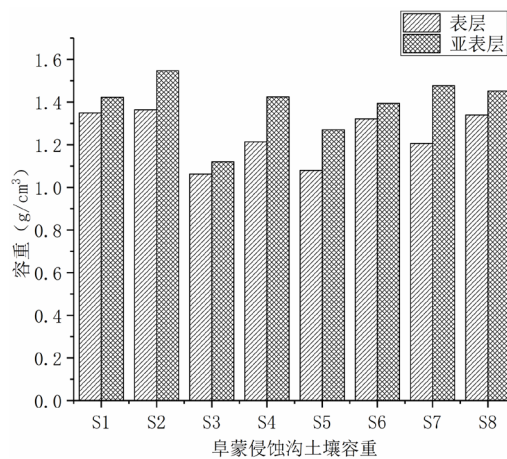


Figure 8. The bulk density of the surface soil of the erosion ditch in Fumeng County
图 8. 阜蒙县侵蚀沟表层土壤容重

由图可知, 突泉县侵蚀沟沟壁土壤容重约为 1.3 g/cm^3 , 而沟底土壤容重约为 1.2 g/cm^3 , 沟底土壤容重略小于沟壁土壤容重, 相比之下, 沟底土壤有机质含量高, 砂粒含量少, 土壤储水保肥性能好, 但因其水分含量少, 结构松散, 无植被固定, 随风力和水流迁移运动的可能性大, 因此在侵蚀沟内需设置谷坊用来蓄积上端流失的水土, 为侵蚀沟的生态修复提供土壤环境。阜蒙县侵蚀沟表层土壤容重为 1.2 g/cm^3 , 较亚表层土壤容重 1.4 g/cm^3 有明显降低, 可能是因为两侧农田中农作物秸秆长期堆积导致, 但因其发生在农田中, 土层厚, 多为深长型的大型侵蚀沟, 并且有进一步发育的趋势。

5. 结论

通过侵蚀沟土壤物理形状研究, 发现兴安盟突泉县以及辽宁阜新地区侵蚀沟土壤砂粒含量基本在 90% 以上, 且土壤含水量约为 5% 到 10%, 虽然沟壁和沟底以及表层与亚表层相比含水量略有差异, 但整体皆为中度缺水地区, 土壤过度砂化和土壤缺水是造成该地区侵蚀沟发生发展的主要因素, 土壤砂化导致土壤水分和肥力流失明显, 再加上土壤水分难以存留, 缺乏植物生长的必要条件, 导致该地区侵蚀沟周围植物群落单一, 难以起到保水保土的作用, 侵蚀沟的治理需先以工程技术手段为主, 在有效控制水土流失的同时, 为植被生长提供环境, 为后续侵蚀沟的生态恢复奠定基础。

参考文献

- [1] 顾广贺, 王岩松, 钟云飞, 等. 东北漫川漫岗区侵蚀沟发育特征研究[J]. 水土保持研究, 2015, 22(2): 47-51+57.
- [2] 于佩鑫, 周询, 刘素红, 等. 东北黑土区侵蚀沟遥感影像特征提取与识别[J]. 遥感学报, 2018, 22(4): 611-620.
- [3] Castillo, C. and Gómez, J.A. (2016) A Century of Gully Erosion Research: Urgency, Complexity and Study Approaches. *Earth-Science Reviews*, **160**, 300-319. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.07.009>
- [4] 王大安, 刘刚, 王翔鹰, 等. 用激光法和吸管法测定东北黑土区侵蚀泥沙颗粒组成的差异分析[J]. 中国水土保持科学, 2016, 14(1): 114-122.
- [5] 孟令钦. 东北黑土区沟蚀机理及防治模式的研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国农业科学院, 2009.
- [6] 窦金熙, 郭玉明, 王盛, 等. 土壤含水率测定方法研究[J]. 山西农业科学, 2017(3): 482-485.