

新疆天山东段南北坡土壤侵蚀调查

王颢霖¹, 焦菊英^{1,2}, 安韶山^{1,2}, 庞国伟³, 陈同德¹,
赵春敬¹, 曹雪², 刘欣³, 税军峰^{1,2}, 曹晓萍^{1,2}, 杨勤科³, 郭明航^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 水土保持研究所 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100;
2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 3. 西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

摘要: [目的] 开展新疆维吾尔自治区天山南北坡土壤侵蚀调查, 研究该区土壤侵蚀特征和影响因子, 以期为该区域水土流失防治提供科学依据。[方法] 在新疆天山东段南北坡选取了14个调查单元, 于2019年6月25—30日, 对调查单元内的土壤侵蚀类型与特征、土地利用类型和植被生长状况等进行了调查。[结果] 天山南北坡土壤侵蚀主要发生在草地和开发建设项目区。草地整体退化严重, 放牧导致鳞片状侵蚀和羊道侵蚀广泛存在, 局部区域发生剥蚀、掏蚀和重力侵蚀。开发建设项目防护措施较少, 侵蚀表现形式以堆积体沟蚀为主。[结论] 过度放牧导致研究区草地生态系统恢复缓慢, 开发建设项目对原生态系统的破坏, 引起了严重的人为加速侵蚀, 严重威胁天山区域的生态安全。在该区域迫切需要开展土壤侵蚀基础数据的监测与研究, 加大水土保持工作力度, 建立合理的放牧制度, 加速生态系统恢复速度, 减少水土流失, 保障天山地区生态安全 and 健康发展。

关键词: 土壤侵蚀; 天山东段; 土地利用; 草地退化; 放牧

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2019)04-0306-08

中图分类号: S157

文献参数: 王颢霖, 焦菊英, 安韶山, 等. 新疆天山东段南北坡土壤侵蚀调查[J]. 水土保持通报, 2019, 39(4): 306-313. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2019.04.048; Wang Haolin, Jiao Juying, An Shaoshan, et al. Investigation on soil erosion in north and south slopes of Eastern Tianshan Mountain in Xinjiang Wei Autonomous Region[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2019, 39(4): 306-313.

Investigation on Soil Erosion in North and South Slopes of Eastern Tianshan Mountain in Xinjiang Wei Autonomous Region

Wang Haolin¹, Jiao Juying^{1,2}, An Shaoshan^{1,2}, Pang Guowei³, Chen Tongde¹, Zhao Chunjing¹,
Cao Xue², Liu Xin³, Shui Junfeng^{1,2}, Cao Xiaoping^{1,2}, Yang Qinke³, Guo Minghang^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau,

Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. College of Urban and Environmental Science, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

Abstract: [Objective] Soil erosion characteristics and impact factors in north and south slopes of the Eastern Tianshan Mountains in Xinjiang Wei Autonomous Region were investigated and studied in order to provide scientific basis for the prevention and control of soil erosion. [Methods] In the north and south slopes of the Eastern Tianshan Mountain, 14 survey units were selected to investigate the types and characteristics of soil erosion, land use types and vegetation growth status from June 25 to 30, 2019. [Results] Soil erosion mainly occurred in grassland and construction land. Grassland degradation was serious and grazing led to scaly erosion and animal erosion. And, some areas were exposed to denudation, sapping and sheep path erosion. There were less land protection measures in construction, and gully erosion was the primary form. [Conclusion] Over grazing had led to slowing recovery of grassland ecosystems, and construction had destroyed the original ecosystem, causing serious artificial acceleration of erosion and seriously threatening the ecological security of the Tianshan

收稿日期: 2019-07-30

修回日期: 2019-08-17

资助项目: 中国科学院战略性先导科技专项“泛第三极环境变化与绿色丝绸之路建设”子课题“土壤侵蚀定量评价与分区防控对策”(XDA20040202)

第一作者: 王颢霖(1995—), 男(汉族), 天津市人, 博士研究生, 研究方向为土壤侵蚀。E-mail: whlnwsuaf@163.com。

通信作者: 焦菊英(1965—), 女(汉族), 陕西省宝鸡县人, 博士, 博士生导师, 主要从事流域侵蚀产沙、土壤侵蚀与植被关系及水土保持效益评价。E-mail: jyjiao@ms.iswc.ac.cn。

region. It was urgent to carry out soil erosion monitoring and research on the basic data, strengthen the work of soil and water conservation, establish a reasonable grazing system, speed up the restoration of the ecosystem, reduce soil and water loss, and ensure the ecological safety and healthy development of Tianshan Mountains.

Keywords: soil erosion; Eastern Tianshan Mountain; land use; grassland degradation; grazing

泛第三极是全球环境与气候变化的敏感区和功能脆弱区,该区面临冰川融化、荒漠化加剧、土壤侵蚀加剧等环境问题,对该区域的生态安全产生巨大威胁^[1-3]。新疆维吾尔自治区是中国陆地面积最大的省级行政区,占中国国土总面积 1/6,是泛第三极地区重要的组成部分,同时也是“一带一路”的核心区之一,具有重要的生态地位。天山作为新疆经济、生态、社会的重心,是具有发展潜力和前景的区域。

天山特殊的地形地貌和干旱气候导致了其脆弱的生态环境。随着气候变暖和人类活动加剧,生态环境面临巨大威胁,而土壤侵蚀的加剧已成为制约经济发展的主要因素之一。新疆正处于人口和经济快速发展时期,天山北坡在 1996—2016 年期间,人口由 4.61×10^6 人增长至 6.19×10^6 人,人口自然增长率 127.37%,GDP 由 3.99×10^{10} 元增长至 5.40×10^{10} 元。同时,耕地、林地和建设用地所占比重较高且不断增长。草地面积比例由 57.89% 减少至 49.60%^[4]。秦琦瑞等^[5]通过 FLUS 模型预测 2050 年天山山区冰雪面积减少了 29.2%~38.4%,且转换为草地和未利用用地。徐丽萍等^[6]的研究表明天山北坡经济带 20 a 间林地、草地、盐碱地和冰川/永久积雪向荒漠化转化明显,尤以草地的荒漠化转化为重。卢刚^[7]通过 CSLE 模型计算得到灌木林地平均土壤侵蚀模数最大 $1\,709.8\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,有林地次之,平均土壤侵蚀模数为 $13\,89.40\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,天然牧草地、人工牧草地和水浇地平均侵蚀数均较低,分别为 605.2,334.7,113.7 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。在天山地区人为活动对地表植被造成干扰与破坏,农田防护林体系不完善,地下水过度开采及灌溉设施标准低,草场经营管理不善,草场退化明显,均加剧了土壤侵蚀^[8]。目前,天山区域的生态环境面临严峻挑战,人类活动日益加剧,在气候变化和人类活动作用下,土壤侵蚀已成为该区主要环境问题之一。然而,目前缺乏关于天山东段土壤侵蚀的系统研究。缺乏系统研究。因此,本文采用实地调查和遥感解译相结合的方式,对天山东段南北坡开展土壤侵蚀调查,深入研究该区域的土壤侵蚀特征和影响因子,并寻找潜在问题,为该区域的水土流失防治提供科学依据。

1 调查区概况

新疆维吾尔自治区位于中国西北边陲,自治区总面积 $1.66 \times 10^6\text{ km}^2$ 。根据第一次全国水利普查水

土保持情况普查成果,新疆土壤侵蚀面积 $8.85 \times 10^5\text{ km}^2$,占自治区总面积 53.3%。其中,水力侵蚀面积 $8.76 \times 10^4\text{ km}^2$,占自治区总面积 5.3%,风力侵蚀面积 $7.98 \times 10^5\text{ km}^2$,占自治区总面积 48.1%^[9]。

天山是世界七大山系之一,中国境内的天山山脉(73.79—95.97°E,39.47—45.38°N)位于天山山系的东部(即为本文所指天山),呈东西走向横亘于新疆维吾尔自治区中部,西起中国与吉尔吉斯共和国边界,东至哈密市以东星星峡戈壁,南临中国最大的沙漠塔克拉玛干沙漠,北部是古尔班通古特沙漠,全长约为 1 700 km,占整个天山山系总长度的 2/3 以上,宽度一般为 250~350 km^[10];中国境内的天山面积约为 $5.70 \times 10^5\text{ km}^2$,占新疆面积的 34.5%^[11];天山山脊平均海拔高度为 4 000 m,最高峰托木尔峰,海拔达 7 443.8 m。天山是中国新疆最重要的水资源发源地之一,拥有冰川 9 035 条,冰川面积达 9 225 km^2 ,冰储量 1 011 km^3 ^[12]。天山北坡中温带荒漠自然地带(简称天山北坡)和天山南坡暖温带荒漠自然地带(简称天山南坡)因热量条件和水分条件不同,形成了两个截然不同的自然地带^[13]。天山北坡多年平均降水量为 452.02 mm,降水量在年内主要集中在 5—9 月,占全年降水量的 75.59%,其中尤其以 5—8 月的降水量为最集中,占全年降水量的 66.59%。多年平均气温 1.14℃,昼夜温差大,寒暑变化剧烈,日照时数长,热量充足^[8]。天山南坡平均年降水量为 50~100 mm,而蒸发量却很高,年蒸发量 1 200~1 800 mm^[14-15]。

2 调查内容与方法

2.1 调查区域

本次调查考虑到海拔高度对水热条件的影响,分别在天山北坡和南坡各选择了 7 个调查单元,由乌鲁木齐市东北部开始,东北—西南向布设样线,以 10 km 左右的间距选择了 14 个面积约为 0.218~1.112 km^2 的调查单元(图 1),海拔高度最低为 856 m,最高为 3 453 m。调查单元基本信息如表 1 所示。

2.2 调查内容

(1) 土地利用与覆盖调查。将影像解译、野外验证和无人机航拍相结合,对调查单元的土地利用类型进行调查。通过影像解译和野外验证,记录调查单元的土地利用类型,并利用奥维地图进行定位照相,为建立遥感解译标志提供依据。对调查单元进行无人

机航拍,无人机型号为 DJI 大疆精灵 Phantom 4 Pro V2.0 智能航拍无人机。考虑到不同地貌地形等因素的影响,航拍高度控制在 200 m 以内,航拍影像分辨率为 10 cm。

(2) 土壤侵蚀与治理调查。通过样方法,对 14 个调查单元进行植被调查,记录植被盖度、密度、高度、胸径、郁闭度等参数,并记录是否有枯落物、苔藓、砾石率等。在 14 个调查单元针对不同土地利用类

型,按 S 形 6 点采样,取表层土壤(0—20 cm)进行混合,并记录采样点的地理坐标、海拔、植被等信息。待土壤样品风干后进行土壤理化性质和土壤可蚀性相关指标的测定。同时,对调查单元内的侵蚀类型和特征进行拍照记录,调查和测量侵蚀沟,记录各调查单元的经纬度坐标、海拔高度等基本信息。此外,沿调查路线对天山土壤侵蚀状况和人类活动造成的侵蚀危害也进行了调查。

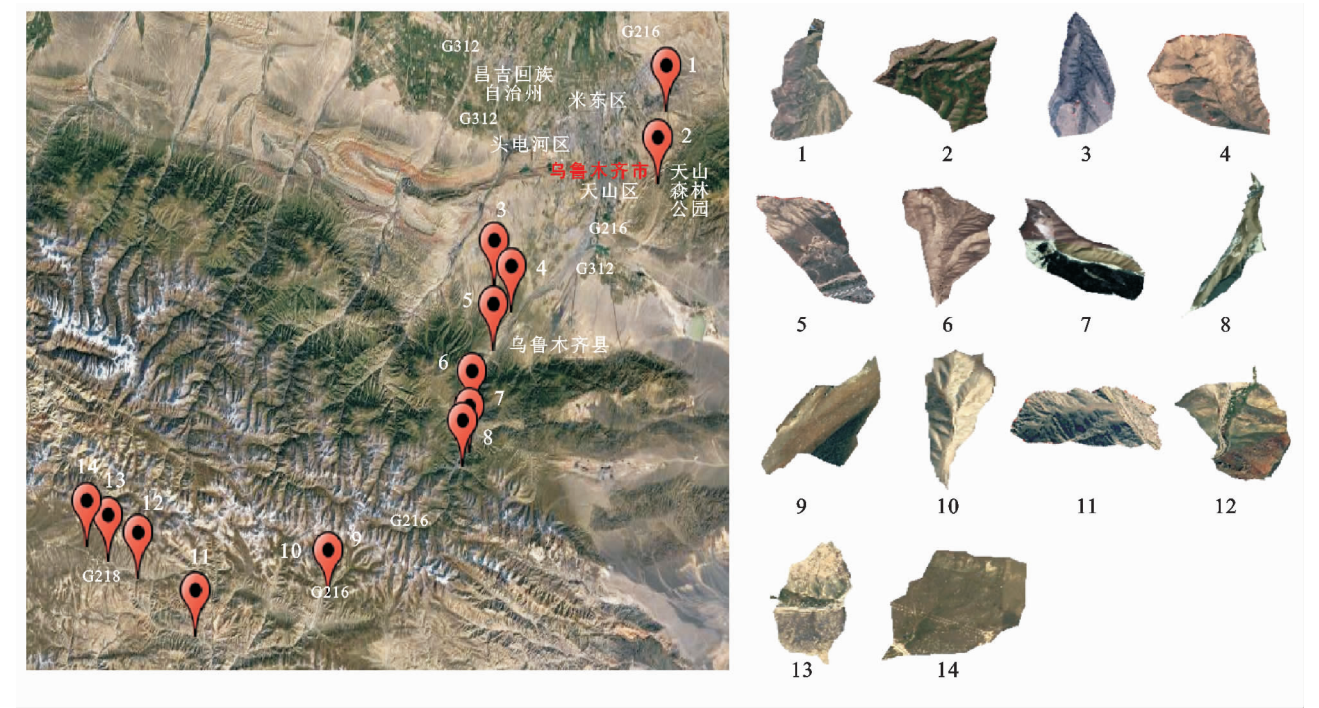


图 1 天山东段南北麓土壤侵蚀调查路线和调查单元分布位置

表 1 天山东段南北麓土壤侵蚀调查单元基本信息

| 序号 | 调查日期 | 调查单元面积/km ² | 海拔高度/m | 土地利用类型 | 砾石覆盖度/% | 植被盖度/% | 植株高度/cm | 主要植物 |
|----|----------|------------------------|-------------|--------|---------|--------|---------|---------------|
| 1 | 20190625 | 0.369 | 856~973 | 草地、灌草 | 12 | 45 | 9~45 | 冷蒿、长刺猪毛菜、白羊草 |
| 2 | 20190625 | 1.088 | 1 149~1 316 | 灌草、草地 | 40 | 45 | 1~56 | 锦鸡儿、猪毛刺、羊草 |
| 3 | 20190626 | 0.290 | 1 450~1 541 | 草地、灌草 | 45 | 25 | 8~41 | 骆驼刺、冷蒿、草原苔草 |
| 4 | 20190626 | 0.218 | 1 623~1 763 | 草地、草灌 | 22 | 48 | 8~140 | 长芒草、白羊草、锦鸡儿 |
| 5 | 20190626 | 0.441 | 1 663~1 871 | 草地、草灌 | 40 | 37 | 2~140 | 冷蒿、草原苔草、锦鸡儿 |
| 6 | 20190628 | 0.647 | 2 003~2 321 | 草地、灌木 | 40 | 55 | 5~152 | 锦鸡儿、黄刺玫、草原苔草 |
| 7 | 20190628 | 0.592 | 2 130~2 468 | 草地、林地 | 10 | 53 | 5~2 000 | 雪岭云杉、草原苔草、金露梅 |
| 8 | 20190628 | 0.212 | 2 113~2 322 | 草地、草灌 | 40 | 45 | 2~45 | 草原苔草、冷蒿、金露梅 |
| 9 | 20190629 | 0.742 | 2 934~3 416 | 草地 | 2 | 73 | 1~17 | 草原苔草、羊草 |
| 10 | 20190629 | 0.618 | 2 624~2 994 | 草地 | 43 | 41 | 2~30 | 草原苔草、甘青铁线莲、羊草 |
| 11 | 20190630 | 0.970 | 2 196~2 593 | 草灌、灌草 | 30 | 28 | 5~80 | 羊草、草原苔草、锦鸡儿 |
| 12 | 20190630 | 0.987 | 3 081~3 420 | 草地 | 36 | 20 | 3~5 | 委陵菜、羊草、草原苔草 |
| 13 | 20190630 | 1.112 | 3 216~3 324 | 草地 | 27 | 70 | 1~10 | 草原苔草、羊草、委陵菜 |
| 14 | 20190630 | 0.858 | 3 233~3 453 | 草地 | 15 | 70 | 2~15 | 草原苔草、羊草 |

注:表中各种植物学名为雪岭云杉(*Picea schrenkiana*),冷蒿(*Artemisia frigida*),长刺猪毛菜(*Alsola paulsenii*),白羊草(*Bothriochloa ischaemum*),锦鸡儿(*Caragana sinica*),骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*),羊草(*Eulaliopsis binata*),甘青铁线莲(*Clematis tangutica*),草原苔草(*Carex liparocarpos*),长芒草(*Stipa bungeana*),金露梅(*Potentilla fruticosa*),黄刺玫(*Rosa xanthina*),委陵菜(*Potentilla chinensis*)。

3 土壤侵蚀特征

所有的调查单元中,草地均为主要的土地利用类型,草地总面积 7.48 km²,其面积占调查单元总面积的 89.6%。草地占单个调查单元面积 55.7%~100%,其中有 11 个调查单元草地面积比例大于 90%。

天山山脉区域降雨量差异较大,水分是影响天山南北坡草地差异的主要因素之一,北坡调查单元(1—7)

的植株生长状况均优于南坡调查单元(8—14,表 1),但整体上草地退化严重。调查单元内,由于光照、水分及温度等诸多因子受坡向的影响,导致不同坡向的坡面土壤理化性质和植被构成差异较大。例如,5 号调查单元阳坡土壤近似黄土,砾石较多(70%覆盖度),植被多为金露梅、锦鸡儿等灌木植物,伴有少量苔草和羊草,总盖度 35%(图 2a),而阴坡土壤为栗色土,砾石较少或无砾石,植被多为苔草、羊草等草本植物,总盖度 80%(图 2b)。



a 阳坡地表(王颢霖摄于20190626)



b 阴坡地表(王颢霖摄于20190626)

图 2 5 号调查单元不同坡向地表土壤与植被状况对比

放牧对植被造成了严重的破坏,影响植物生长,降低地表盖度。动物踩踏导致表土紧实,土壤结构被破坏,储水性能降低,且产生大量动物便道(羊道侵蚀)。在降雨情况下,动物便道加快径流形成,并提供径流通路径,为土壤侵蚀提供了有利条件。在灌木为主的区域,草本盖度低,大面积土壤裸露,在降雨和径流作用下,出现面状侵蚀;同时,灌木对土壤的固结作用,使得径流绕过灌木,从灌木两侧冲刷土壤。在草本为主的区域,受动物踩踏影响,降雨后形成鳞片状侵蚀(图 3a)和羊道侵蚀(图 3b)。后续的降雨事件中,径流对无植被保护区域的冲刷发生剥蚀、掏蚀和重力侵蚀(图 3c—3d),在低盖度区域出现面蚀。9 号调查单元具有大面积山前洪积扇,植被覆盖度良好,但洪积扇上出现大面积面蚀和塌陷(图 4a—4b)。南坡海拔 3 000 m 左右,冻融作用明显,土体板结破碎(图 5),并出现降雨/融雪造成的大面积面蚀(图 6)。

受放牧影响的坡面因鳞片状侵蚀和羊道侵蚀的存在,坡面侵蚀沟较少(图 7a),但径流痕迹明显。北坡侵蚀沟多存在于沟底,侵蚀沟沟头发育于坡脚;南坡侵蚀沟沟头发育于坡面中下部和洪积扇。在侵蚀沟测量中

发现,南北坡侵蚀沟横断面均为梯形(图 7b—7c),但北坡侵蚀沟更深,南坡侵蚀沟更宽(表 2)。南北坡侵蚀沟内砾石较多,均出现砾石堆积现象(图 7d),部分侵蚀沟在沟底发生掏蚀(图 7e)。南坡海拔 3 000 m 左右的平缓草地,因动物行为有些沟头呈现圆弧状(图 7f)。无放牧影响的坡面,出现细沟和切沟(图 8)。

所调查的 14 个调查单元中有 7 个调查单元有林地,林地总面积 0.42 km²,占调查单元总面积 5.06%。林地占各调查单元面积 1.9%~41.4%,其中 7 号调查单元,林地面积最大为 0.25 km²,占整个调查单元的 41.4%。整个区域林木长势良好,郁闭度 30%,胸径 66.7 cm,高度 20 m,林下植被盖度仅 10%,但枯落物丰富。导致林下植被稀疏的原因可能有两点:云杉发育繁茂高大,云杉在对阳光、养分和水分的争夺中占据绝对优势,导致林下植被稀疏;有研究表明,云杉分泌化感物质,对多数植物种子发育具有抑制作用^[16-17]。7 调查单元在调查前有持续 45 min 的降雨发生,林地内并无径流产生,但有大量动物留下的蹄坑,土壤颜色为黑色,土壤结构紧密,土壤中无砾石存在,土壤抗侵蚀能力强。

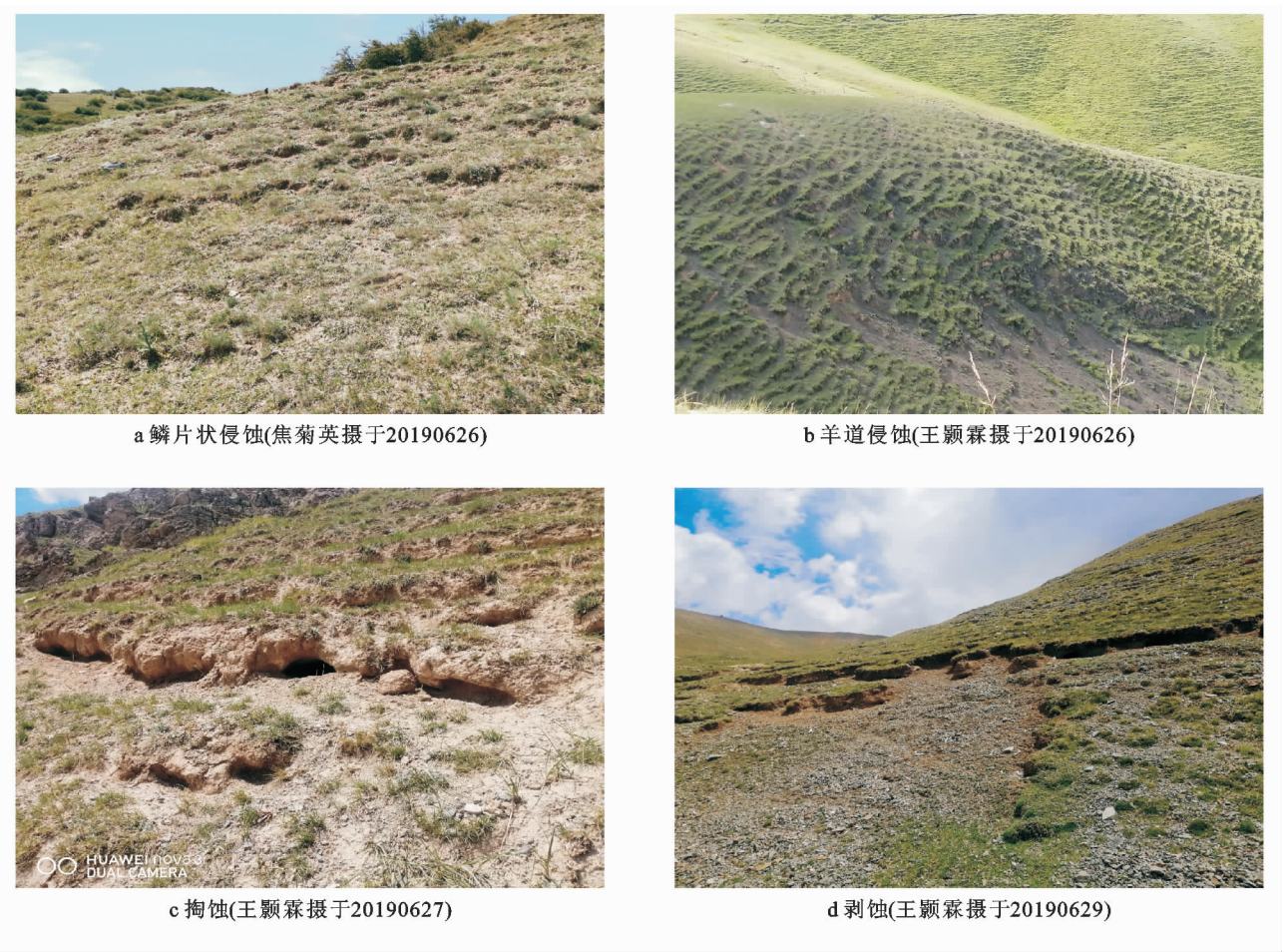


图 3 天山东段放牧导致的侵蚀类型

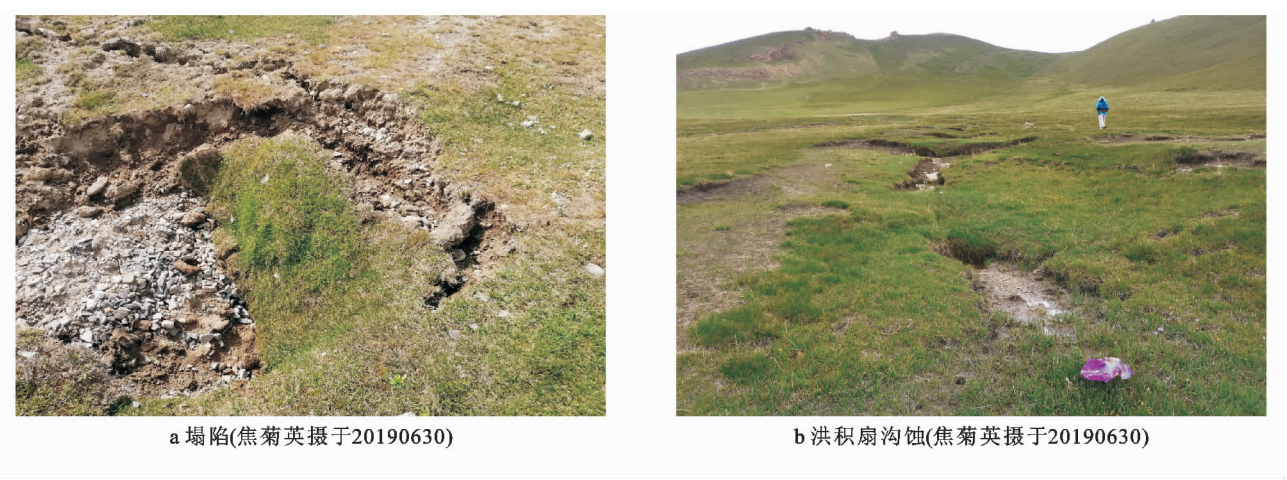


图 4 天山东段洪积扇侵蚀情况

表 2 天山东段侵蚀沟形态特征

| 分布 | 侵蚀沟数量/ 条 | 断面数量/ 个 | 统计指标 | 侵蚀沟形态参数/cm | | |
|----|-------------|------------|------|------------|-----|-----|
| | | | | 上宽度 | 下宽度 | 深度 |
| 北坡 | 3 | 34 | 平均值 | 274 | 181 | 151 |
| | | | 最大值 | 860 | 620 | 450 |
| | | | 最小值 | 70 | 65 | 20 |
| 南坡 | 1 | 23 | 平均值 | 413 | 178 | 64 |
| | | | 最大值 | 1 050 | 597 | 147 |
| | | | 最小值 | 138 | 81 | 16 |



图 5 天山东段冻融侵蚀(焦菊英摄于 20190628)



图 6 天山东段面蚀(焦菊英摄于 20190628)



a 鳞片状侵蚀及侵蚀沟(王颢霖摄于20190626)



b 北坡侵蚀沟(焦菊英摄于20190626)



c 南坡侵蚀沟(焦菊英摄于20190628)



d 侵蚀沟内砾石堆积(焦菊英摄于20190626)



e 侵蚀沟掏蚀(王颢霖摄于20190629)



f 圆形侵蚀沟沟头(王颢霖摄于20190629)

图 7 天山东段侵蚀沟情况



图 8 天山东段自然沟蚀(王颢霖摄于 20190627)

在开发建设项目建设过程中,对原地貌进行严重扰动,使植被遭到破坏,并因缺少有效的防护措施,极易发生水土流失。道路边坡的主要防护措施为砾石覆盖和柔性防护网,草地边坡出现大面积剥蚀和重力侵蚀,裸露边坡有细沟侵蚀产生(附图 6)。

在矿产勘察项目中,对坡面进行破坏,产生大量废渣、废土和扬尘,未进行临时处理。在勘察结束后,并未进行土地整地,导致大面积破坏地表裸露,废渣废土堆积。在各类建设项目建设过程中及结束后,产生大量堆积体(附图 7),虽对堆积体进行压实和砾石覆盖,但林草措施较少,堆积体表面有细沟产生。

4 土壤侵蚀影响因素

天山东段土壤侵蚀是自然和人为因素共同作用的结果。此次调查区的年降雨侵蚀力为 $80\sim 90\text{ MJ}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$ ^[18]。调查区土壤属于可侵蚀和较易侵蚀土壤区^[19],恶劣的自然环境为土壤侵蚀提供了有利条件。天山北坡自然条件良好,降雨充裕,植被盖度较好,土壤侵蚀程度较小;但在坡长较长或坡度较大的坡面,径流能量较高,对地表的冲刷更为剧烈,导致坡面出现沟蚀。南坡海拔较高,植被覆盖度低,土壤砾石较多,风化和冻融作用导致地表破碎,为侵蚀提供了大量的物质来源(附图 8)。而人类活动对侵蚀的影响更为剧烈。不合理的矿产开发、过度放牧等人为活动对原地貌和原生态系统的破坏均加剧了土壤侵蚀。近年来,新疆经济快速发展,天山区域大量草地转换为耕地、林地和建设用地,严重破坏了植被,为降雨提供了丰富的可蚀性物质;草地面积的减少,放牧需求的增加和过度放牧(附图 9)是影响草地退化和土壤侵蚀的直接原因。与此同时,动物踩踏导致表土紧实,土壤结构被破坏,储水性能降低,使得侵蚀频繁发生,其中重力侵蚀和面蚀致使大面积表土裸露(附图 10),进一步加剧土壤侵蚀(附图 11)。开发建设项目

加剧土壤侵蚀的现象十分显著。建设过程中,缺少必要的临时措施。施工结束后,对破坏的地表未进行土地整治和必要林草措施,仅在 13 号调查单元发现小型谷坊(附图 12)。在降雨情况下更容易发生土壤侵蚀,使得整个生态系统恢复十分困难。

5 建议

5.1 注重草地合理利用和恢复

天然草地资源是新疆发展畜牧业最基本和主要的生产资料,担负着全疆 70% 的牲畜饲养量和畜产品产量^[20]。有研究表明,新疆草地牲畜普遍超载,局部地区超载率甚至超过 200%^[21]。应根据新疆各地区草地资源情况,科学合理地确定载畜量,总体上严格控制牲畜饲养头数,严禁超载过牧、偷牧^[22]。在草地退化严重区域,对不足以靠自身循环完成自我修复的草地生态系统进行人工补播,促进草地完成草地生态系统的恢复与完善^[23-24]。总之,通过建立合理放牧体制和人工补播等方式,使该区草地生态系统得到修复,加速草地植被恢复,从而提高土壤抗蚀性,减少土壤侵蚀。

5.2 加强侵蚀基础研究

现阶段新疆的土壤侵蚀研究多集中于伊犁地区,且多运用遥感进行土壤侵蚀分区^[25]、土壤侵蚀评价^[26]、土壤侵蚀敏感性^[27]等研究,对土壤侵蚀机理^[28-29]的研究相对较少,这也使得土壤侵蚀防治工作缺少足够的理论依据。加之天山区域地形地貌类型多变,气候差异明显,自然土壤侵蚀是水力、风力、冻融共同作用下的复杂侵蚀过程,而该区域剧烈的人为扰动(过牧和开发建设项目)也加速了土壤侵蚀,都会加大该区的土壤侵蚀防治难度。新疆的土壤侵蚀研究应关注自然条件下多营力复合侵蚀和人为扰动下的侵蚀过程和机理,以便为该区域的土壤侵蚀治理工作提供依据。

5.3 加大水土保持工作力度

新疆的水土保持工作起步较晚,且新疆面积广阔,自然情况差异性较大,水土保持工作开展难度大。此次调查发现水土保持措施较少。沿线调查中,道路边坡的防护措施主要以柔性防护网、浆砌石护坡、浆砌石排水沟等工程措施为主。现阶段水土流失严重的原因主要是人们的水土保持意识不强,对水土流失危害的认识不足,没有将防治水土流失与自身的生存环境联系起来,没有把水土保持和当地的经济发展的联系起来。为此,提高全民防治意识,加大执法力度,对人类活动进行合理约束和规范迫在眉睫。同时,大力加强监测自动化、信息化等水土保持基础性工作,提高水土保持工作对全疆规划和宏观决策的影响力。

[参 考 文 献]

- [1] 马波,张加琼,税军锋,等. 西藏中东部地区土壤侵蚀野外调查报告[J]. 水土保持通报,2018,38(5):1-8,361.
- [2] 张加琼,马波,税军峰,等. 泰国北部山区土壤侵蚀调查报告[J]. 水土保持通报,2019,39(1):1-8,333.
- [3] Fang Xiuqi, Su Yun, Wei Zhudeng et al. On the paleo-climatic/environmental impacts and socio-cultural system resilience Aalong the historical silk road[M] // Yang L E, Bork H R, Fang Xiuqi, et al. Socio-Environmental Dynamics along the Historical Silk Road. Switzerland: Springer Nature Press, 2019:231-239.
- [4] 秦新喜. 天山北坡经济带土地利用变化及其驱动力分析[D]. 新疆 乌鲁木齐:新疆大学,2018.
- [5] 秦琦瑞,李雪梅,陈庆伟,等. 基于 FLUS 模型的天山山区未来土地利用变化预估[J/OL]. 干旱区研究: 1-12 [2019-08-16]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/65.1095.X.20190711.1717.011.html>.
- [6] 徐丽萍,郭鹏,刘琳,等. 天山北麓土地利用与土地退化的时空特征探析[J]. 水土保持研究,2014,21(5):316-321.
- [7] 卢刚. 基于 CSLE 模型的天山北坡西白杨沟流域土壤侵蚀定量评价[J]. 水土保持通报,2019,39(2):124-130,2.
- [8] 徐春,段倩,刘霞,等. 天山北坡阜康市土壤侵蚀区域分异特征及防治重点[J]. 干旱区资源与环境,2019,33(6):105-112.
- [9] 中华人民共和国水利部. 第一次全国水利普查水土保持情况公报[J]. 中国水土保持,2013(10):2-3,11.
- [10] 赵培培,张明军,王圣杰,等. 1960—2012 年中国天山山区极端气温的变化特征[J]. 水土保持研究,2015,22(6):190-197.
- [11] 刘栋杉,延军平,李双双. 太阳活动和大气涛动对天山南北气温波动的综合影响[J]. 资源科学,2014,36(3):502-511.
- [12] 王圣杰,张明军,李忠勤,等. 近 50 年来中国天山冰川面积变化对气候的响应[J]. 地理学报,2011,66(1):38-46.
- [13] 程新宇杰,高路. 基于综合自然区划的天山区域气温变化研究[J]. 山地学报,2018,36(2):194-205.
- [14] 刘彬,布买丽娅木·吐如汗,艾比拜姆·克热木,等. 新疆天山南坡中段种子植物区系垂直分布格局分析[J]. 植物科学学报,2018,36(2):191-202.
- [15] 穆学理. 环境适应性背景下天山南坡传统绿洲聚落形态研究[D]. 新疆 乌鲁木齐:新疆大学,2018.
- [16] 田雅丽,常顺利,张毓涛,等. 天山雪岭云杉森林化感物质对种子萌发的影响[J]. 中国农学通报,2019,35(2):35-41.
- [17] 张君霞. 青海云杉及伴生树种枝叶浸提物对其种子萌发的化感作用研究[J]. 甘肃林业科技,2016,41(3):9-12.
- [18] 章文波,谢云,刘宝元. 中国降雨侵蚀力空间变化特征[J]. 山地学报,2003,21(1):33-40.
- [19] 仲嘉亮,郭朝霞. 新疆土壤可蚀性 K 值空间插值及其分布特征研究[J]. 新疆环境保护,2014,36(3):1-4,10.
- [20] 李新华,高宁. 新疆草原利用与保护现状及对策建议[J]. 干旱环境监测,2012,26(1):46-49.
- [21] 木哈买提·尼牙孜. 新疆天然草地的水土流失与基本防治对策[C]//新疆水利厅,中国水土保持学会. 首届干旱半干旱区域水土保持生态保护论坛论文选编. 2013.
- [22] 木哈买提·尼牙孜. 新疆天然草地的水土流失与基本防治对策[J]. 中国水土保持,2007(1):24-26.
- [23] 侯向阳,尹燕亭,丁勇. 中国草原适应性管理研究现状与展望[J]. 草业学报,2011,20(2):262-269.
- [24] 阿曼古力·马吾提,罗军. 新疆草地退化原因及治理对策探究[J]. 新疆畜牧业,2019,34(1):37-39.
- [25] 李宏薇,许尔琪,张红旗. 伊犁河谷土壤侵蚀综合分区[J]. 中国农业资源与区划,2018,39(4):116-124.
- [26] 雷彩云,塔西甫拉提·特依拜. 基于遥感和 GIS 的新疆艾比湖区域土壤侵蚀强度评价[J]. 新疆农业科学,2010,47(10):2074-2078.
- [27] 李大龙,杨井,李卫红,等. 基于 GIS 和 USLE 的伊犁河谷土壤侵蚀敏感性评价[J]. 生态学杂志,2016,35(4):942-951.
- [28] 张少博,李建贵,黄俊华,等. 坡度对伊犁河流域土壤侵蚀的试验分析[J]. 甘肃农业大学学报,2018,53(1):110-114,123.
- [29] 李小华,曹月娥,杨建军. 人工模拟降雨条件下伊犁河流域黄土区土壤侵蚀试验分析[J]. 水土保持学报,2016,30(1):36-40.