

东北黑土区水土流失及防治对策研究

刘宪春, 温美丽, 刘洪鹄

(北京师范大学地理学与遥感科学学院 环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875)

摘要: 东北黑土资源是我国重要的土地资源, 虽然开垦年限不长, 但由于广泛发生的水土流失, 退化严重。从东北黑土区特有的自然因素和人为因素出发, 分析了东北黑土水土流失的主要方式及特点, 并提出了治理对策, 希望为黑土资源的可持续开发利用提供参考。

关键词: 东北黑土区; 水土流失; 治理对策

中图分类号: S 157.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005)02-0074-03

Research on Soil Erosion and Prevention and Control Measurements for Black Soils in Northeastern China

LIU Xian-chun, WEN Mei-li, LIU Hong-hu

(Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education of China, School of Geography and Remote Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The northeastern black soil is an important soil resource in China. Although claimed short time, the soils degrade seriously because of soil erosion. Based on the special natural and human-induced factors, the main erosion types and characteristics in northeastern black soil zone are analyzed and prevention and control measures are put up.

Key words: the northeastern black soil zone; soil erosion; prevention and control measure

东北黑土资源是我国重要的土地资源, 主要分布在东北松内平原东部及北部山前台地及其蔓延地带, 其主体呈弧形自北向南分布于43°~50°N、122°~128°E之间, 总面积约7×10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>, 与乌克兰和美国密西西比河流域的黑土并称为世界三大黑土带。在我国黑土开垦年限并不长, 但退化严重。开垦初期黑土层厚60~70 cm<sup>[1]</sup>, 现今减少到了20~30 cm, 有机质含量也从开垦初期的6%~15%<sup>[1]</sup>, 下降为1.98%<sup>[2]</sup>左右。造成黑土退化的主要原因之一便是水土流失。从东北黑土区的自然因素和人为因素出发, 分析了东北黑土水土流失的主要方式及特点, 并由此提出了东北黑土区水土流失防治对策, 希望为我国黑土资源的可持续开发利用提供参考。

1 东北黑土区水土流失形式及特点分析

1.1 侵蚀形式

东北黑土区面积大、范围广, 区内地形地貌多变, 丘陵漫岗平地交错分布, 因此黑土区存有多种水土流失形式, 主要包括水力侵蚀、风力侵蚀和冻融侵蚀。水力侵蚀又可分为坡面侵蚀和沟壑侵蚀。冻融侵蚀包括融雪径流侵蚀和沟壑冻融侵蚀。

1.1.1 坡面侵蚀

坡面侵蚀是坡面上的薄层水流, 在未形成股流前, 使地表土发生片蚀及细沟流失的现象。东北黑土区的地形特点是

坡面缓长, 一般坡度在10°以下, 绝大多数在3°~7°之间, 坡长一般为500~2 000 m, 最长达4 000 m。缓长的坡面为坡面侵蚀营造了良好的地形条件, 坡面侵蚀成为东北黑土区水土流失的主要形式。据调查, 黑龙江省每年流失掉的土壤在2~3亿t之间, 流失的养分折合标准化肥500~600万t, 相当于全省当年施用化肥的总量。另据测算, 吉林省平均每年流失土壤1.3亿t, 流失表土层0.36 cm, 水土流失已成为吉林省的主要环境问题。

1.1.2 沟蚀

沟蚀是坡面径流汇集成股流后, 强烈冲刷坡面土壤, 形成浅沟, 并进而向切沟、冲沟、河沟等沟壑网络系统发展的现象。漫长的缓坡为坡面水流的汇集与集中冲刷创造了条件, 而这也是黑土区沟壑侵蚀分布广泛的主要原因。本区侵蚀沟密集, 面积较大, 一般沟长100~200 m, 深3~6 m, 沟的四周伴有滑坡、下切、崩塌、陷穴等诸多现象。据统计, 在长期的水土流失中, 黑龙江省已形成大型侵蚀沟16.11万条, 面积约9.33万hm<sup>2</sup>, 在丘陵漫岗水土流失严重地区每1.67 hm<sup>2</sup>、在山区、半山区每20 hm<sup>2</sup>耕地就有1条侵蚀沟。

1.1.3 冻融侵蚀

冻融侵蚀作为侵蚀类型的一种, 是东北黑土区不可忽视的一种。东北黑土区的冻融侵蚀可分为两种: 一是融雪径流侵蚀,

① 收稿日期: 2004-06-23  
基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(40235056)  
作者简介: 刘宪春(1974-)男, 北京师范大学地理学与遥感科学学院在读博士生, 主要从事资源环境评价管理及水土保持研究。

二是沟壑冻融侵蚀。东北黑土区冬季严寒, 表层土体和岩石间的水分因冻结而体积膨胀, 对土体和岩石产生巨大的压力, 春季表层冰雪融化, 而下层的冻层因传热慢融化也慢, 形成不透水层, 因此产生地表径流, 造成水土流失, 此之为融雪径流侵蚀。由于温度周期性的发生正负变化, 侵蚀沟(主要是浅沟和切沟)冻土层中的地下水冰地下水不断发生相变和位移, 使冻土层产生冻胀融沉流变等一系列的应力变形, 并由此产生土壤侵蚀称为沟壑冻融侵蚀。沟壑冻融侵蚀可分为沟岸冻裂、沟岸融滑、沟壁融塌、沟坡融泻。沟壑冻融侵蚀加剧了侵蚀沟的发展, 每年沟岸仅冻融侵蚀作用即可发展50 cm ~ 100 cm。

1.1.4 风蚀

风力侵蚀是由风力磨蚀、吹扬作用, 使地表物质发生搬运及沉积的现象。其表现方式有滚动、跃移和悬浮3种。黑土表土较松, 加之春季干旱和反复冻融, 土壤颗粒细碎, 耕翻过多的秋翻地和休闲地甚至“土如细面”, 大风来临, 细碎的表土被风轻易带走, 引起严重的风蚀。据在九三农场调查, 有一次大风, 肥沃的表土可被吹走1 ~ 2 cm, 将作物根茬裸露地表, 造成春播作物大面积死亡。

1.2 特点分析

该区水土流失面积大, 范围广, 以水力侵蚀为主, 各种侵蚀类型交互作用, 进一步恶化了黑土水土流失的形势。该区的水土流失主要分布在坡耕地上。春季干旱多风, 风蚀盛行, 夏季降雨集中, 坡面侵蚀巨大, 侵蚀沟受集中水流的冲刷快速发展。侵蚀沟的快速发展, 缩短了坡面径流的流路, 加大了水力坡降, 诱使坡面侵蚀由细沟发展为浅沟, 进而向切沟发展。冬季严寒漫长, 形成深厚的冻土层。春季土层反复冻融, 破坏了土体结构, 直接诱发沟壑侵蚀, 同时土壤物理性状的改变, 也为融雪径流侵蚀创造了条件。土壤在反复冻融作用下, 土体微观结构也遭到破坏, 产生细小粉粒, 在干旱大风条件下造成表层土的流失。

2 黑土区水土流失成因分析

影响土壤侵蚀的因素可分为自然因素和社会因素。自然因素包括气候、地形、土壤等。它是土壤侵蚀发生和发展的潜在因素, 它所引起的侵蚀也是缓慢的。而人类不合理的开发利用自然资源, 破坏了各种自然因素的相对平衡, 加快了水土流失的速度。可以说黑土区的水土流失是自然因素为辅, 人为因素为主发生发展的。

2.1 自然因素

2.1.1 地貌地形

黑土区的地形大都是在现代新构造运动中间歇上升, 并受不同程度割切的高平原和山前洪积平原。这些平原并非平地, 多为波状起伏的漫岗, 但坡度不大, 一般为1 ~ 5°, 个别地方可到10°以上。由于受地貌部位和地形起伏变化的影响, 土壤侵蚀发展情况很不一致, 在地势平缓的地方土壤流失较少, 甚至出现淤积, 在坡度稍大的地方, 侵蚀严重, 在坡度突然变陡的地方, 土壤侵蚀更为严重, 可能出现“破皮黄”和“黄土岗”。坡面长度是影响坡面径流与水流侵蚀产沙过程的重要地貌因素之一, 历来受到各国学者的关注, 得到较为广泛深入的研究, 但是所得到的结论有很大的不同。总的趋势是: 坡面越长, 单位径流量所引起的侵蚀产沙量越大。其主要原因是, 坡面越长, 受雨面积越大, 水流流程长, 水流对坡面侵蚀的几率高, 所以相应于同样径流量, 其侵蚀产沙量就多。前

已述及, 东北黑土区的地形特点是坡面缓长, 坡长一般为500 ~ 2 000 m, 最长达4 000 m, 这无疑为坡面侵蚀创造了良好的条件。

2.1.2 气候

在东北黑土区影响水土流失的主要因素便是降雨、风以及气候的季节变化。降雨雨量和雨强是影响水土流失的重要因素。该地区属温带大陆性湿润亚湿润气候, 年降水量在450 ~ 600 mm 之间。绝大部分集中在4 ~ 9月, 占全年降水量的90%以上, 而6 ~ 9月份又占了年降水量的80%。该区降雨的最大特点是暴雨多, 强度大, 连雨天长。根据记载, 一日最大降雨量可达120 ~ 160 mm, 最大雨强1.6 mm/s, 6 ~ 9月份连雨天皆大于6 d。该类型降雨有利于水土流失的产生。冬季寒冷漫长, 积雪覆盖, 土层冻结深度达100 ~ 280 cm。春季干旱少雨, 植被覆盖低, 表层土壤由于受反复冻融的影响, 可蚀性大大增强, 融雪径流对解冻的黑土形成侵蚀。这一点从松花江流域多个水文站点的流量和输沙量呈现明显的双峰型可得到证实。东北黑土区4、5月份降雨很少, 之所以在4、5月份出现一个径流和输沙量高峰, 是因为融雪产生的径流和泥沙汇入河流。是侵蚀沟的冻融侵蚀和以及由此诱发的重力侵蚀, 危害也很大。

风是风蚀的动力, 黑土区西邻蒙古高原, 受蒙古高压的影响季风强烈。春季, 常有低压系统自贝加尔湖移入本区, 在低压前部常出现强大的西南气流, 后部则有猛烈的西北气流入侵, 时常出现大风。黑土区十年九春旱, 每年春季(3 ~ 5月)风多、风大、风期长, 这是引起风蚀的主要因素。据统计, 该区每年> 4级大风天数在120 d以上, > 6级大风有65 ~ 80 d。该区地势相对平坦, 沙岗和沙坨子零星分布, 表土经冻融后结构松散, 颗粒细小, 加之春旱连连, 植物覆盖较少, 风蚀严重。风增旱情, 旱助风威, 风蚀土壤势所难免

2.1.3 土壤

土壤是水土流失的对象, 由于它的质地、结构、孔隙度不同, 透水性能亦不同, 而这正是影响土壤可蚀性的重要因素。黑土的成土母质比较单纯, 主要是第四纪更新世砂砾黏土层, 其粗粉砂含量占30%左右, 表明它具有黄土特征, 所以称之为黄黏土。黑土最大特征是上部具有腐殖质层, 该层中大部为粒状及团状结构, 土层疏松多孔, 孔隙大, 持水量大, 而黑土底层质地黏重, 结构性较差, 透水性较小。这种性质的差异, 使表层极易形成径流, 造成表层土地流失。

2.2 人为因素

根据史料记载, 在开垦前, 黑土区人烟稀少, 植被覆盖度较高, 土壤侵蚀非常轻微。自清政府解除封禁, 关内向该地区移民后, 由于大面积的毁林开荒, 这种形势开始转变。人类的不合理的开发活动主要包括以下几个方面: 毁林开荒、不合理耕作、大规模的开发建设等。

2.2.1 毁林开荒

松辽流域的林草覆盖率虽然比较高, 但森林资源主要集中在大小兴安岭和长白山区。黑土区的广阔农田, 特别是缓坡耕地林草覆盖率很低, 对土壤的防护作用微乎其微。新中国成立以来, 东北黑土区人口增长近3倍, 特别是原来人口稀少地区, 移民大量涌入, 人口成倍增长, 有的乡镇甚至增长近10倍。为了解决吃饭问题, 人们只好不断扩大耕地面积。1960 ~ 1980年, 新增耕地165万hm<sup>2</sup>, 占黑土区耕地面积近30%, 其中60%以上是毁林、毁草开荒增加的。典型黑土地几

乎全部被开垦为耕地。整个黑土区的森林覆盖率由60年代的7.1%下降到5.2%,分布还很不均匀。

### 2.2.2 耕种方式

传统上该区多采用垄作制,且采用顺坡垄较多。因为顺坡垄排水快,对于降水集中而质地黏重的黑土区,能及时排除夏秋田间多余的水分,有利于作物生长。但水土流失量大,土壤肥力低,抗旱能力弱。根据观测,顺坡垄比横垄径流量大3倍,冲刷量大9倍。土地承包经营后,由于地块过于零碎,翻地面积缩小,大机械作业减少,造成翻地深度普遍变浅。据对黑龙江省绥化市9个县230户农民抽样调查,17.8%的农户从未耕翻过承包的土地,42.6%的农户用小型拖拉机和牛马犁耕翻土地(其中搅麦茬占60%),耕翻深度仅8~12 cm,不足大型拖拉机耕翻深度的一半。29.6%的农户虽然使用大型拖拉机耕翻,但机耕面积只占应耕翻面积的30%。耕层变浅,犁底层上移,土壤的物理性能不断恶化,蓄水能力降低。加之普遍存在种地不养地、广种薄收的耕作习惯,耕地越种越瘦、越硬,加剧了水土流失。

### 2.2.3 开发建设

东北黑土区曾是中国著名的工业基地,为中国经济的发展作出了贡献。黑土区一直是东北地区人口集中,工矿林立的地方。有些地方不能正确处理发展生产与保护资源的关系,为了追求暂时的、局部的利益,不顾对资源的破坏和环境的污染,掠夺性地开矿、挖沙、砍伐林木、过度放牧。还有经济的发展要求进行大量工程建设,但建设规划和施工过程中忽视对环境的保护,也造成了大量的水土流失。

## 3 水土流失的防治策略分析

### 3.1 水土流失防治原则

东北黑土区面积广大,地质地貌复杂,水土流失形式多样,必须采取分区治理,因地制宜的原则。在水土流失治理措施上,坚持生物措施工程措施和农业措施相结合,以小流域为单元,连片治理,规模推进。根据地形地貌类型水土流失特点的不同,采取不同的措施组合,以最优化的方式进行最有效的治理,真正做到生态效益与经济效益相统一,人工治理与生态修复相结合,预防保护和治理开发项协调。

黑土区水土流失防治目标的制定应有一定高度,不应仅仅停留在保持水土,保护耕地这个层面上,应该和黑土区的农民、农村、农业问题结合起来,不但解决好农民的粮食问题和提高农民收入,还应该适应全面建设小康社会的要求,把水土流失治理与小城镇建设、城乡人居环境改善结合起来。

### 3.2 防治措施

#### 3.2.1 工程措施

水平梯田一直以来就是坡耕地防治水土流失的行之有效的措施。但水平梯田的修建投资较大,修筑质量要求高,因此水平梯田的修建应按照先难后易逐渐推广的原则进行。首先选择地形整齐,面积较大,土层较厚,增产潜力大的地块进行梯田改造,然后逐步向条件差的地块辐射。对于条件差,地块多,经济实力难以承受的地区可以先修筑坡式梯田,然后逐步向水平梯田过渡。当然,单一的工程措施也达不到良好的效果,在坡耕地治理的工程措施中还需要一些配套措施,如在梯田地上方设置截水沟,梯田内搭配水平沟,水簸箕等保蓄缓排的纵横联防措施。

侵蚀沟的治理要根据不同的发展形态采取不同的工程

措施。对于侵蚀剧烈的侵蚀沟要在不同部位采取不同措施。在沟头以断续式沟头埂为主,以分散水势,上中游设置若干编柳谷坊,重要部位设置土谷坊,拦蓄泥沙,抬高侵蚀点。对于强度侵蚀沟,以小型编柳谷坊、压柳跌水和土谷坊为主,控制泥沙下泻,以断续式沟头埂控制上游集水。

#### 3.2.2 生物措施

生物措施是防治水土流失的根本性措施,也是工程措施发挥效益的保证。在坡度大、水土流失严重、土壤贫瘠的地形地貌部位,应大力植树造林。在坡度小,坡长长,地块大的地方,可结合田块规划,设置林带或苜蓿带,以增强防止随土流失的效益。梯田埂上植树植草,避免地埂遭受暴雨打击和水流冲刷。沟壑治理也离不开生物措施,水线植被应予以保留或恢复,沟头埂、封沟埂应受到植被的保护,沟中应造林植柳,一则拦蓄泥沙,调节径流,二则解决当地农民的部分燃料问题。谷坊前蓄水淤土后,可栽种经济林,土谷坊坝顶和坝坡需栽种紫穗槐、杨柳或草本植物,以减少谷坊冲刷。

#### 3.2.3 农业措施

在搞好水土流失防治的基础上,还应保证农业生产的持续发展。为了解决农业生产与防治水土流失之间的矛盾,必须采取相应的农业措施。改垄是最简单的水土保持耕作措施,可适用于3~5的坡耕地。改垄即把顺坡垄改横坡垄或斜坡垄,可显著减少水土流失,提高作物产量。在一定年限内实行免耕也是值得推广的一种方法,但在推广中应注意解决灭草问题。秸秆还田、留茬等也是非常有益的措施,这些措施的实行可以增加地表的覆盖度,不但有助于防止水土流失,而且秸秆腐烂后,还可以提高土壤肥力。带状间作和草田轮作也适合于东北黑土区。本区地广人稀,粮食生产的压力不大,其主要矛盾农业生产受益低,农民增收困难。可以结合水土保持治理,调整农业种植结构,增加农民收入。该区正在大力发展畜牧业,但存在饲草不足的问题,可以采取作物带牧草带间作或草田轮作的方式,既解决畜牧业的问题,又可保证农业生产,还可提高农民收入。

#### 3.2.4 生态修复

东北黑土区水土流失面积广大,水土流失形式多样,完全靠人工治理显然难度很大,但该区年降雨量在450~600 mm之间,具备生态修复的客观条件。植被的自我回复过程往往十分缓慢,其恢复难度和所需时间与生态系统的退化程度、自我回复能力、恢复方向及所处生物气候带等密切相关。东北黑土区暖季短,冬季长而严寒,植被生长缓慢,植被的自然修复需要较长的阶段,如果在植被恢复过程中,出现人为破坏,将很快出现退化。因此实现生态自我修复必须进行封育保护。在水土流失程度较轻,降水条件适宜的地区,通过封育保护,达到改善生态环境的目的。对于陡坡荒山,超坡耕地,土层较薄的沙岗地实行退耕还林还草,以保护生态。

#### 3.2.5 制度配套

农业比较效益低,农民增收缓慢,农村经济发展相对滞后,是我国当前经济发展的一个突出问题,也是东北黑土区水土流失治理必须正确面对的一个重要问题。水土流失的治理要充分考虑到黑土区作为我国粮食主产区的实际,把治理与开发的结合点放在培育符合当地资源与经济发展优势的主导产业上,促进农业增产,农民增收和农村经济发展。扶持比较效益高,市场前景好的特色农业发展,培育符合市场需求的

2.2 计算结果分析

从图3 可明显看到剪应力的集中地带基本上是沿断层交汇区域分布。基本上分为三个区域( 普洛—西昌, 西昌—冕宁大桥, 冕宁大桥—石棉)。这与前面所分析的结论一致。

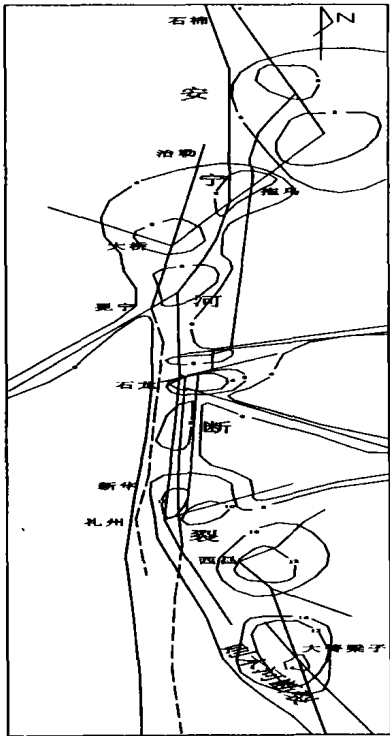


图3 地表下9 km 最大剪应力图

普洛—西昌段内则木河断裂与其他断裂在地表以下5 ~ 10 km 相交汇处剪应力非常集中, 而其他断裂带处剪应力

参考文献:

[ 1 ] 王士天, 黄润秋, 李渝生. 雅砻江锦屏水电站重大工程地质问题研究[ M ]. 成都: 成都科技大学出版社, 1998. 31.  
[ 2 ] 车自成, 刘良, 罗金海. 中国及其邻近区域大地构造学[ M ]. 北京: 科学出版社, 2002. 425.

( 上接第76 页)

水土保持产业。使群众在水土保持建设中获得实惠, 促进地方经济发展。水土保持是一项与当地人民切身利益联系的公益性强的事业, 既需要政府的推动与引导, 又需要市场的调节与激励。承包、拍卖、租赁、股份合作等形式只要群众认同, 都可推广。在实行过程中, 要注意保持政策的连续性和稳定性, 允许治理开发成果继承转让, 让治理开发者安心投入资金去治理水土流失。在水土保持生态建设中, 还可以实行生态移民策略。东北黑土区相对与国内其他地区, 人口密度小, 村镇稀疏, 广大农村难以发展规模性产业。在水土保持治理

参考文献:

[ 1 ] 熊毅, 李庆逵. 中国土壤[ M ]. 北京: 科学出版社, 1990.  
[ 2 ] 全国土壤普查办公室. 中国土壤普查数据[ M ]. 北京: 中国农业出版社, 1996.  
[ 3 ] 蔡强国, 范昊明, 沈波. 松辽流域土壤侵蚀危险性分析与防治对策研究[ J ]. 水土保持学报, 2003, 17(3) : 21- 24.  
[ 4 ] 中国科学院林业土壤研究所. 中国东北土壤[ M ]. 北京: 科学出版社, 1980.  
[ 5 ] 谢军. 黑土地的危机及治理对策[ A ]. 中国土地退化防治研究[ M ]. 北京: 中国科学技术出版社, 1990.  
[ 6 ] 景国臣. 冻融侵蚀类型及其特征研究[ J ]. 中国水土保持, 2003, ( 10 ) : 17- 18.

集中情况不明显, 表明该处的地震主要受则木河断裂的控制。在西昌—冕宁大桥段内, 地表下9 km 处剪应力集中的地带是由次级的东北及北西间断层所切出的楔形体尖端楔入安宁河断裂的部位。而历史上这些部位正是强震与中强震发生的地段。这表明剪应力的集中及应力大小, 控制着该地段的 地震情况, 而安宁河断裂带及其次生的断层的活动情况又控制着剪应力的集中情况与应力大小。因此监测该地区断裂新活动是该地震监测有效的手段。

冕宁大桥—石棉段内区域最大剪应力值较小, 应力集中地带多在断层交汇处, 没有控制强震的剪应力集中地带, 因此该区段由断裂带控制的地震的强度不会很大。

3 结 语

区内最大剪应力分布与断层新活动性和强弱地震活动有很好的对应关系。最大剪应力的总体分布上以冕宁大桥为界, 南高北低, 这与断层活动性分段和地震分区完全一致; 剪应力低值区对应断层的历史平均错动速率最低, 且属弱震活动的区段; 而剪应力高值区则对应断层历史平均错动速率较高, 且有强震活动的区段。在安宁河断裂中段, 延断层特定部位的局部剪应力集中, 与强震的发生有着密切的关系。局部剪应力集中区主要分布在由规模较小的北西及东北向断层切出的楔形断块尖端强力楔入安宁河断裂带的部位附近, 这里也正是历史强震的发震部位。从岩体力学的观点, 这种机制是易于理解的, 因为旁侧的楔形断块在东西向挤压力作用下强力的楔入并错断安宁河断裂, 必然使该断裂的走滑活动于这些部位受阻, 形成局部锁固及相应的剪应力集中区, 而且随着时间的推移这些部位的最大剪应力值不断积累增大, 一旦剪应力超过该处的岩体或结构强度, 强震即随之发生。

4 结 语

黑土区水土流失治理是一项长期的任务, 必须采用多种手段, 通过综合措施解决人与自然的矛盾, 灵活运用因地制宜的原则, 充分发挥各种防治措施的优点, 促使黑土区的经济、环境走上可持续发展的道路。