

遥感影像中辽河干流水土保持环境

曹忠杰, 蔡景平, 邵子玉
(辽宁省水土保持监测站, 沈阳 110003)

摘要: 遥感(RS)作为大面积宏观资源调查的重要手段,可以快速准确地查清河流的分布状况、自然特征和动态变化,同时可以定量分析河流流域中的自然环境和资源状况,是采集河流管理信息数据的重要方法。辽宁省首次采用卫星遥感及3S集成技术对全省河流分布状况、自然特征,以及河流流域中的生态环境状况进行普查。着重对遥感影像中辽河干流的自然形态,流域内土壤侵蚀类型、强度分布,以及土地利用状况等水土保持环境进行了分析与评价。

关键词: 遥感; 辽河; 水土保持

中图分类号: S 157; T P79 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005)02-0029-04

Soil and Water Conservation Environment of
Mainstream of the Liaohe River in Remote Sensing Image

CAO Zhong-jie, CAI Jing-ping, SHAO Zi-yu
(Supervision Station of Soil and Water Conservation in Liaoning Province, Shenyang 110003, China)

Abstract: Remote sensing as an important mean of investigation in large scale can rapidly make a through investigation of the distribution, natural features and dynamic change of rivers, meanwhile it can quantitatively analyze the natural environment and resources condition of these rivers, which is a major way of collecting information data of river management. Remote sensing and 3S technology was used to investigate the distribution, features and eco-environment of the rivers in Liaoning Province. The focus is on the form, soil erosion types, and intensity of the Liaohe River and land use.

Key words: remote sensing; the Liaohe River; soil and water conservation

辽宁省以计算机和3S技术为平台,采取人机交互判读的方式,通过反映在遥感影像中的河流光谱,解译分析了全省河流分布状态和河流域内的土地利用及土壤侵蚀等水土保持环境状况,建立了全省及各市、流域水系等不同层次的河流管理信息数据库,对河流运行与水土保持环境关系进行了初步探索,并为全省河流信息的数字化管理奠定了坚实基础。

辽河是我国的七大江河之一,也是辽宁省最大的河流,流域面积占全省总面积的近1/2,有“辽河不治,辽宁不宁”之说。所以,科学、准确地掌握其环境状况及其运行规律,不但对提高河流本身防洪工程建设和河流运行管理水平有重要意义,而且对整个辽宁的防洪减灾也有重大意义。

辽河干流系指东、西辽河在辽宁康平福德店附近汇合后以下至入海口河段,纵贯辽北平原及中部平原地区,全长534.4 km,流域面积4.1万km²(辽河全长1390 km,流域总面积21.89万km²)。流域内共有100 km²以上河流129条,其中直接汇入的一级支流29条。对辽河干流构成较大影响的支流有西辽河、柳河、秀水河、养息牧河、绕阳河、清河、柴河等。

流域内行政区划涉及7个地级市23个县(市、区),其中:沈阳的新城子、新民、康平、法库、锦州的北宁、黑山、盘锦的兴隆台、盘山、阜新的彰武,及铁岭市的全部,共16个县(市、区)属辽河干流流域外,另有沈阳的市区、于洪、辽中、鞍山的台安、抚顺的清源、锦州的凌海、阜新的阜新县等7个县(市、区)属跨流域的行政区划。

1 遥感影像中的辽河河流形态

辽河发源于河北省七老图山脉流经河北、内蒙古、吉林和辽宁四省区,东西横跨经度9°,南北纵贯43°,整个流域东西宽,南北窄。其上源为内蒙古的老哈河,其中宁城至哈拉道口河段为辽宁、内蒙古的界河,自南向北流经辽宁省。此河段所在流域位于努鲁儿虎山脉中低山丘陵区,卫星影像表现植被覆盖差,地形支离破碎,荒山秃岭较多,大部分支流为无水状态,河谷呈亮白色。老哈河在内蒙古境内与西拉木伦河汇合后称西辽河,由西向东流至吉林双辽后折向南流入辽宁。发源于吉林萨哈岭山的东辽河自北向南流向辽宁。卫片显示,其中昌图段成为辽宁与吉林、内蒙古的界河,此段属辽北

① 收稿日期: 2004-10-29
作者简介: 曹忠杰(1956-),男,辽宁沈阳人,教授级高工,主要从事水土保持监测与管理。

波状平原, 卫星影像的河流呈蓝黑色蛇曲状, 小型江心岛较多。东、西辽河在康平福德店附近汇合后始称辽河干流, 自北向东南流至铁岭后折向西南方向。铁岭境内由于发源于东部山区的清河、柴河、泛河等支流的汇入, 水流流量增大, 图像上的河流逐渐加宽, 呈暗蓝色。出铁岭进入沈阳, 由东向西流至巨流河附近又折向南流。沈阳境内的辽河干流东部几乎无支流, 而发源或流经辽宁西北部彰武、康平等地区风沙区的秀水河、养息牧河、柳河等支流先后汇入辽河干流, 由于水土流失严重, 含沙量激增, 尤以柳河为重, 自柳河汇入处颜色骤变, 图像由黑色变为蓝绿色。另外, 由于辽河干流两岸众多的灌区引水, 辽中及台安县境内的流量变小, 图像上的河流图像明显变窄。

辽河干流六间房以下称双台子河, 经由盘山县在盘锦南部注入渤海。由于地势平坦低洼, 河流比降小, 泥沙极易沉积, 图像上双台子河上段已由蓝绿色渐变为蓝黑色。河闸以下河流随水深的减小而呈蓝色。含沙量较大的绕阳河汇入后, 加之地势平坦, 河流逐渐加宽, 呈浅蓝色。河口处有三角形沙洲, 水下冲槽明显, 近海堆积有大面积泥沙。受海潮的影响, 形成了大片盐沼湿地, 双台河以西分布着大面积芦苇, 以东被人为改造成大范围的水稻田(图象呈细格、网状), 沿河仍有残余的零星芦苇湿地分布。

沈阳市新城子区与新民市交界处的石佛寺是辽河干流从山区、丘陵区进入平原区的分界。由于辽河干流左侧支流几乎全部在石佛寺上游, 右侧支流主要分布在石佛寺以下, 因而石佛寺以上是辽河洪水的主要来源, 石佛寺以下是辽河泥沙的主要来源。

2 流域土地分类及利用状况

土地类型及其利用状况是衡量水土保持生态环境的重要因素。辽河干流流域内地类可分为耕地、林地、草地、水域、城乡工矿及居民点用地、未利用土地等 6 大类和 22 个二级分类及 6 个三级分类。

2.1 耕地

耕地是指种植农作物的土地, 包括熟耕地、新开荒地、休闲地、轮歇地、草田轮作地; 以种植农作物为主的农果、农林用地; 耕种 3 年以上的滩地和海涂。耕地中含有水田、旱地 2 个二级分类和山区水田、丘陵区水田、平原区水田及山区旱地、丘陵区旱地、平原区旱地等 6 个三级分类。流域内共有耕地 257.98 万 hm^2 , 占全省耕地总面积的 39.7%。其中水田 37.33 万 hm^2 。含山区水田 0.17 万 hm^2 , 丘陵区水田 1.19 万 hm^2 , 平原区水田 35.97 万 hm^2 。旱地 220.65 万 hm^2 。包括山区旱地 2.77 万 hm^2 , 丘陵区旱地 11.54 万 hm^2 , 平原区旱地 206.34 万 hm^2 。

2.2 林地

林地指生长乔木、灌木、竹类以及沿海红树林地等林业用地。其中二级分类有郁闭度 > 30% 的天然林和人工林即有林地; 郁闭度 > 40%、高度在 2 m 以下的矮林地和灌丛林地的灌木林地郁闭度为 10% ~ 30% 的疏林地; 以及未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地(果园、桑园等) 的其它林地。流域内共有林地 84.37 万 hm^2 , 占全省林地总面积的 14.9%。其中天然林和人工林地 60.76 万 hm^2 , 灌木林地 5.89 万 hm^2 , 疏林

地 16.46 万 hm^2 , 未成林造林地 1.26 万 hm^2 。

2.3 草地

指生长草本植物为主、覆盖度在 5% 以上的各类草地, 包括以牧为主的灌丛草地和郁闭度在 10% 以下的疏林草地。其中二级分类有高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地。高覆盖度草地指覆盖度 > 50% 的天然草地、改良草地和割草地。此类草地一般水份条件较好, 草被生长茂密; 中覆盖度草地指覆盖度在 20% ~ 50% 的天然草地和改良草地, 此类草地一般水份不足, 草被较稀疏; 低覆盖度草地指覆盖度在 5% ~ 20% 的天然草地, 此类草地水份缺乏, 草被稀疏, 牧业利用条件差。该流域有草地 16.46 万 hm^2 , 占全省草地总面积的 16.9%。其中高覆盖度草地 1.95 万 hm^2 , 中覆盖度草地 13.97 万 hm^2 , 低覆盖度草地 0.54 万 hm^2 。

2.4 水域

指天然陆地水域和水利设施用地。其中二级分类有河渠、湖泊、海涂、滩地。河渠指天然形成或人工开挖的河流及主要干渠常年水位以下的土地, 人工渠包括堤岸; 湖泊指天然形成的积水区常年水位以下的土地; 水库、坑塘指人工修建的蓄水区常年水位以下的土地; 海涂指沿海大潮高潮位与地潮位之间的潮浸地带; 滩地指河、湖水域平水期水位与洪水期水位之间的土地。流域内水域用地 14.8 万 hm^2 , 占全省水域总面积的 34.2%。其中河渠 2.79 万 hm^2 , 湖泊 1.44 万 hm^2 , 水库坑塘 2.4 万 hm^2 , 海涂 0.59 万 hm^2 , 滩地 7.58 万 hm^2 。

2.5 城乡、工矿、居民用地

指城乡居民及其以外的工矿、交通等用地。分城镇用地、农村居民点用地、公交建设用地 3 个二级分类。城镇用地指大城市、中等城市、小城市及县镇以上的建成区用地; 农村居民点用地指镇以下的居民点用地; 公交建设用地指独立与各级居民点以外的厂矿、大型工业区、油田、盐场、采石场等用地, 以及交通道路、机场、码头及特殊用地。流域内这类用地 26.62 万 hm^2 , 占全省这类用地面积的 29.5%。其中城镇用地 2.25 万 hm^2 , 农村居民点 24 万 hm^2 , 公交建设 0.37 万 hm^2 。

2.6 未利用土地

目前还未利用的土地, 包括难利用的土地。其二级分类有沙地、盐碱地、沼泽地、裸土地、裸岩石砾地、其它。沙地指地表为沙覆盖、植被覆盖度在 5% 以下的土地, 包括沙漠, 不包括水系中的沙滩; 盐碱地指地表盐碱聚集、植被稀少, 只能生长强耐盐碱植物的土地; 沼泽地指地势平坦、排水不畅、长期潮湿、季节性积水或常年积水, 表层生长湿生植物的土地; 裸土地指地表土质覆盖、植被覆盖度在 5% 以下的土地; 裸岩石砾地指地表为岩石或石砾, 其覆盖面积大于 50% 的土地; 其它土地指不能利用的土地, 包括高寒荒漠、苔原等。这类土地有 9.6 万 hm^2 。其中沼泽地 9.23 万 hm^2 , 沙地、盐碱地等 0.37 万 hm^2 。

3 流域土壤侵蚀状况

3.1 侵蚀类型及分布

流域内共有土壤侵蚀面积 103.38 万 hm^2 , 占流域总面积 409.81 万 hm^2 的 25.2%, 占全省侵蚀面积的 22.3%。其中水力侵蚀为 71.17 万 hm^2 , 占流域土壤侵蚀面积的 68.8%, 占全省水力侵蚀面积的 17.6%; 风力侵蚀为 32.21 万 hm^2 , 占流域

侵蚀面积的 31. 2%, 占全省风力侵蚀面积的 97. 1%。

土壤侵蚀面积广泛分布于各个河流中。其中尤以柳树、绕阳河等 10 条一级支流为重。10 条河流流域总面积为 317. 8 万 hm², 占辽河干流全流域总面积的 77. 5%, 而侵蚀面积为 89. 5 万 hm², 占全流域侵蚀面积的 86. 6%。在 10 条河流中, 侵蚀面积超过 10 万 hm² 的有绕阳河、西辽河、柳河、清河, 依次为 26. 27 万 hm²、17. 3 万 hm²、11. 51 万 hm²、10. 42 万 hm², 这 4 条河流的侵蚀面积占全流域侵蚀面积的 63. 3%。另从侵蚀面积占自身河流流域面积百分比来看, 有 6 条河流超过 25%, 柳河流域最为严重, 达 52. 6%, 其次分别为西辽河 49. 7%, 养息牧河 34. 5%, 泛河 26. 5%, 柴河 26. 3%, 绕阳河 25%。

流域内水蚀面积较大的河流有绕阳河、西辽河和清河, 均超过 10 万 hm², 分别为 17. 74 万 hm²、16. 57 万 hm²、10. 42 万 hm², 分别占自身河流侵蚀面积的 67. 5%、95. 8%、100%, 合计占全流域水蚀面积的 62. 8%, 占全省水蚀面积的 15. 4%。风蚀面积较大的河流为绕阳河、柳河、养息牧河, 分别为 8. 53 万 hm²、6. 55 万 hm²、6. 39 万 hm², 分别占自身河流侵蚀面积的 32. 5%、56. 9%、98%, 合计占全流域风蚀面积的 66. 6%, 占全省风蚀面积的 64. 7%。

表 1 辽河干流主要支流侵蚀类型分布 万 hm ²							
河流名称	流域面积	侵蚀面积	占流域/ %	水蚀	占侵蚀/ %	风蚀	占侵蚀/ %
泛河	10. 02	2. 65	26. 5	2. 65	100. 0	0. 00	0. 0
柴河	14. 33	3. 77	26. 3	3. 77	100. 0	0. 00	0. 0
公河	14. 59	2. 67	18. 3	0. 08	3. 0	2. 59	97. 0
养息牧河	18. 92	6. 52	34. 5	0. 13	2. 0	6. 39	98. 0
秀水河	19. 62	3. 20	16. 3	1. 12	35. 0	2. 08	65. 0
柳河	21. 89	11. 51	52. 6	4. 97	43. 1	6. 55	56. 9
招苏台河	29. 69	5. 18	17. 4	5. 18	100. 0	0. 00	0. 0
西辽河	34. 80	17. 30	49. 7	16. 57	95. 8	0. 73	4. 2
清河	48. 77	10. 42	21. 4	10. 42	100. 0	0. 00	0. 0
绕阳河	105. 17	26. 27	25. 0	17. 74	67. 5	8. 53	32. 5
10 条合计	317. 80	89. 50	28. 2	62. 63	70. 0	26. 87	30. 0
全流域	409. 81	103. 38	25. 2	71. 17	68. 8	32. 21	31. 2
全省	1463. 16	463. 43	31. 7	404. 29	87. 2	33. 18	7. 2

注: 全省侵蚀面积中含人为侵蚀 25. 93 万 hm²。

3. 2 侵蚀强度及分布

(1) 轻度侵蚀。轻度侵蚀面积为 82. 9 万 hm², 占流域侵蚀面积的 80. 2%, 占全省轻度侵蚀面积的 29. 8%, 是全流域土壤侵蚀的主要表现形式, 一般以面源侵蚀为主。其中绕阳河等 10 条一级支流 70. 17 万 hm², 占全流域该级别侵蚀的 84. 6%。绝对面积最大的 4 条河流是绕阳河、西辽河、柳河、清河, 为 49. 83 万 hm², 占全流域该侵蚀的 60. 1%。

(2) 中度侵蚀。中度侵蚀面积为 16. 83 万 hm², 占流域侵蚀面积的 16. 3%, 占全省中度侵蚀面积的 12. 5%。中度侵蚀一般以沟蚀和面蚀形式出现, 是侵蚀发展的中级阶段。中度侵蚀以绕阳河和西辽河为最大, 占全流域的 60. 9%, 分别为 5. 04 万 hm² 和 5. 29 万 hm²。

(3) 强度以上级侵蚀。强度以上级侵蚀是水土流失的高

级阶段, 具有强度大、破坏力强、不易恢复原貌等特点。主要表现在陡坡开荒、林地截伐、陡坡栽参、蚕场沙化等面源侵蚀, 以及各种开矿、采石和筑路等点源或线源形式。其成因大都由于人为因素造成, 土壤已基本流失殆尽, 土地多是基岩裸露, 岭秃沟深, 治理难度大。流域内有强度侵蚀面积 2. 77 万 hm², 占流域侵蚀面积的 2. 7%; 极强度侵蚀面积 0. 75 万 hm², 占流域侵蚀面积的 0. 7%; 剧烈侵蚀面积 0. 13 万 hm², 仅占流域侵蚀面积的 0. 1%。强度以上级侵蚀面积几乎全部分布在 10 条一级支流上, 为 3. 18 万 hm², 占流域强度以上级侵蚀面积的 87. 1%, 其中西辽河、绕阳河、养息牧河 2. 9 万 hm², 占 79. 5%。

(4) 侵蚀模数及土壤流失量。土壤侵蚀模数和土壤流失量是衡量一个地区水土流失状况的重要指标。流域内平均土壤侵蚀模数为 2 088 t/(km² · a), 每年土壤流失量 2 176. 6 万 t。

3. 3 土壤侵蚀主要地类分布

(1) 耕地土壤侵蚀。流域内耕地土壤侵蚀面积为 60. 82 万 hm², 占流域耕地总面积的 23. 6%, 占流域侵蚀面积的 58. 8%。其中平原缓坡耕地侵蚀面积最大, 达 51. 09 万 hm², 占平原耕地面积的 24. 8%; 山区旱地侵蚀面积为 1. 62 万 hm², 占山区旱地面积的 58. 4%; 丘陵区旱地侵蚀 5. 48 万 hm², 占丘陵区旱地面积的 47. 5%。从中可看出山区、丘陵区土壤侵蚀比例大大高于平原。

表 2 辽河干流主要支流侵蚀强度分布 万 hm ²							
河流名称	流域面积	侵蚀面积	轻度	中度	强度	极强	剧烈
泛河	10. 02	2. 65	2. 55	0. 06	0. 04	0. 00	0. 00
柴河	14. 33	3. 77	3. 66	0. 11	0. 01	0. 00	0. 00
公河	29. 69	5. 18	1. 55	1. 10	0. 02	0. 00	0. 00
养息牧河	48. 77	10. 42	5. 53	0. 74	0. 23	0. 01	0. 00
秀水河	34. 80	17. 30	2. 17	0. 93	0. 09	0. 00	0. 00
柳河	19. 62	3. 20	9. 87	1. 60	0. 05	0. 00	0. 00
招苏台河	14. 59	2. 67	4. 87	0. 30	0. 00	0. 00	0. 00
西辽河	18. 92	6. 52	10. 05	5. 29	1. 53	0. 43	0. 00
清河	21. 89	11. 51	9. 39	0. 99	0. 05	0. 00	0. 00
绕阳河	105. 17	26. 27	20. 52	5. 04	0. 35	0. 24	0. 11
10 条流域	317. 80	89. 50	70. 17	16. 16	2. 38	0. 69	0. 11
全省	1463. 16	463. 43	278. 56	134. 34	39. 17	9. 42	1. 92

(2) 林地土壤侵蚀。试验表明, 郁闭度达不到 90% 的林地, 均不同程度地存在土壤侵蚀。本次普查结果显示, 该流域内林地土壤侵蚀面积 22. 24 万 hm², 占林地面积的 26. 4%, 占流域侵蚀面积的 21. 5%。其中郁闭度大于 30% 的有林地中, 土壤侵蚀面积为 12. 13 万 hm², 占有林地面积的 20%; 疏林地土壤侵蚀面积 7. 1 万 hm², 占疏林地面积的 43. 1%; 灌木林地土壤侵蚀面积 2. 54 万 hm², 占灌木林地面积的 43. 1%; 其他林地土壤侵蚀面积 0. 47 万 hm², 占其他林地面积的 37. 9%。

(3) 草地土壤侵蚀。一般来说, 高质量草地由于草类植物减轻降雨对地面的打击动能和根系对土壤的固结作用, 因而土壤侵蚀程度不是很大。但由于该流域过度放牧造成高质量草场的不断退化, 部分草场已失去了水土保持应有的功效,

进而造成土壤侵蚀。调查表明,流域内草地中产生土壤侵蚀面积为 10.74 万 hm^2 ,占草地总面积的 65.3%,占流域侵蚀面积的 10.4%。

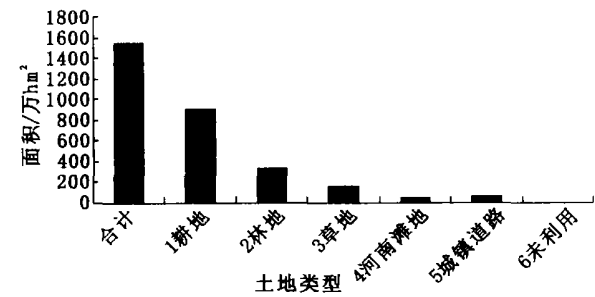


图 1 土壤侵蚀地类分布图

(4) 河滩地土壤侵蚀。长期以来,由于河滩地在几次遥感普查中没有进行详细解译,所以土壤侵蚀情况也不十分清楚。本次遥感普查对其进行了详细调查和分析,结果表明,在河滩地中也有土壤侵蚀发生。流域内共有河滩地土壤侵蚀面积 3.3 万 hm^2 ,占河滩地总面积的 40.5%,占流域侵蚀面积的 3.2%。

(5) 城镇公交用地土壤侵蚀。近些年来,由于城镇经济的发展,交通、矿业、电厂等基本建设项目的大量上马,导致城市本身及其周边土地资源遭到破坏,造成严重的人为土壤侵蚀,已经引起社会各界,尤其是水土保持部门的关注。流域内

参考文献:

[1] 王凤奎,等.辽宁省防洪指南[M].沈阳:辽宁省科学技术出版社,2003.
[2] 蔡景平.水土保持监测与管理信息系统研究初探[J].中国水土保持,2004,(9):38-39.
[3] 孟令钦,等.从柳河流域看水土保持与洪水泥沙的关系[J].东北水利水电,2004,22(5):52-54.

(上接第 24 页)

资) $>P_{12}$ (进一步抓好计划生育工作) $>P_{10}$ (从全国调入粮食) $>P_8$ (加强农业基建、提高单产) $>P_4$ (发展节水型农业) $>P_9$ (省内解决粮食供应)。可以看出定西县实施可持续发展,克服其实施发展战略的限制因素还应以引进国外资金和技术为首要支撑措施,其权重为 0.352 1,这样既可以通过国外先进技术的引进、交流解决定西县的技术水平落后问题,又可以通过国外投资、合资来解决定西县资金投入不足的缺口。国家投资也是解决定西县资金投入不足的另一重要举措,其权重为 0.141 5。而发展义务教育及职业教育(权重为 0.120 8)、加强农业技术人员培训(权重为 0.064 6)、引进高新技术人才(权重为 0.062 8)是提高定西县劳动者素质的重要措施,是短期投资、长期受益的理想方法。

5 结 论

综合上述分析结果,可以得到如下基本结论:定西县的经济、社会和生态可持续发展是要以其经济发展为前提和保障

参考文献:

[1] 徐建华.现代地理学中的数学方法[M].北京:高等教育出版社,1996.224-251.
[2] 周兴.AHP 法在广西生态环境综合评价中的应用[J].广西师范学院学报(自然科学版),2003,20(3):8-15.
[3] 赵跃龙,张玲娟.脆弱生态环境定量评价方法的研究[J].地理科学,1998,18(1):73-78.

城镇公交用地土壤侵蚀面积为 4.52 万 hm^2 ,占该类土地面积的 17%,占流域侵蚀面积的 4.4%。其中以农村居民点土壤侵蚀面积最大,达 4.39 万 hm^2 ,占居民点用地面积的 18.3%,占城镇公交用地侵蚀面积的 97.1%。

4 结 论

(1) 辽河干流流域面积相对较大,河系、河流形态、河流生态环境等,用常规人工手段调查费工、费时、耗资巨大。采用卫星遥感和 3S 技术,可以快速准确地查清河流的分布状况、自然特征和动态变化,同时可以定量分析河流流域中的自然环境和资源状况,是采集和分析河流管理信息数据的重要方法。

(2) 辽河干流流域中的土地类型较多,土地利用以耕地为主,扰动频繁,特别是坡耕地面积较大;另外,总面积占全省总面积近 1/2 的流域,只有 14.9% 的林地面积,且多数林地的郁闭度在 90% 以下,均可发生土壤侵蚀。所以扰动频繁的坡耕地,以及质量低下的林地是造成流域内土壤侵蚀的重要原因。

(3) 辽河干流流域内的土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主,但是全省风蚀面积几乎全部来自该流域。侵蚀强度以轻度和中度为主。平均土壤侵蚀模数 2 088 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,年土壤流失量 2 176.6 万 t。土壤侵蚀主要分布在辽河干流的 10 条支流中,其中尤以柳河、绕阳河、西辽河、清河、养息牧河为多,是今后治理的重点流域。