

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2021.06.12

引用格式: 陈卓,陈建平,周传芳,等.基于遥感的大兴安岭小扬气镇用地类型变化及生态环境状况评价[J].中国地质调查,2021,8(6):126-134.(Chen Z,Chen J P,Zhou C F,et al.Landuse types change and ecological environment assessment of Xiaoyangqi district of Daxing'an Mountains based on remote sensing[J].Geological Survey of China,2021,8(6):126-134.)

基于遥感的大兴安岭小扬气镇用地类型变化及生态环境状况评价

陈卓^{1,2},陈建平²,周传芳¹,刘涛¹,姜平¹,张起鹏¹

(1.中国地质调查局哈尔滨自然资源综合调查中心,黑龙江 哈尔滨 150086;

2.中国地质大学(北京),北京 100083)

摘要:大兴安岭小扬气镇位于大兴安岭南端,属大小兴安岭森林生态功能区,森林覆盖率高,湿地资源丰富,曾是木材生产基地。为掌握小扬气镇用地类型现状及其变化,开展生态状况评价,利用多源卫星遥感数据,通过多尺度图像分割、决策树及目视解译等方法分别对该区1985年、1998年、2008年和2018年土地利用类型进行提取,计算生态环境状况指数(I_E),评价生态环境状况。结果表明:小扬气镇土地利用类型以林地、沼泽、水域为主,三者占研究区总面积的97%以上;沼泽草地主要由阔叶林转化而来,耕地主要由阔叶林、沼泽草地转化而来,草地主要转化为阔叶林、沼泽草地,阔叶林与沼泽草地之间的相互转化最为剧烈;新增工矿仓储用地主要占用了原有阔叶林土地,新增住宅用地主要占用了原有的沼泽草地、阔叶林、森林沼泽等。总体来看,区内生态环境状况良好,在维护生态安全、促进当地绿色经济发展中起到了重要作用。

关键词:大兴安岭;小扬气镇;遥感;用地类型;生态环境状况

中图分类号: TP79; P96; X87; X14; F301 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-8706(2021)06-0126-09

0 引言

土地是自然、社会、经济的综合体,其利用类型是动态变化的,反映了人类活动对自然环境的改造,其变化规律和机制的研究对于保护区域生态环境、促进区域可持续发展具有重要意义^[1-4]。大兴安岭位于我国最北方,在保障国家生态安全、应对气候变化等方面具有重要作用^[5]。大兴安岭土地利用类型以林地为主、兼有湿地,森林覆盖率高,水资源丰富。目前,大兴安岭建设模式已由林木采伐转变为以生态建设为主的森林资源全系统保护、经营和利用^[6]。遥感技术对地物属性的多时段变化研究具有先天优势,开展自然资源动态变化分析可促进资源可持续利用和经济可持续发展^[7-10]。为掌握大兴安岭土地利用类型、生态环境状况本底及时空变化,本文利用多源卫星遥感数据,以松岭区

小扬气镇为研究区,分别对1985年、1998年、2008年和2018年土地利用类型进行解译,揭示不同土地利用类型的相互转化,计算不同年份的生态环境状况指数,以期助力当地生态保护,促进可持续发展。

1 研究区概况

小扬气镇地处大兴安岭南端,为大兴安岭松岭区区政府所在地。研究区坐标范围为 $124^{\circ}00' \sim 124^{\circ}45' E$, $50^{\circ}30' \sim 51^{\circ}00' N$,面积约 $2\ 900\ km^2$ (图1)。区内为低山丘陵地貌,西北高、东南低,海拔 $300 \sim 1\ 000\ m$,属寒温带大陆性季风气候区,冬季严寒期长,夏季炎热期短,年平均气温 $-3\ ^{\circ}C$,最高气温 $30\ ^{\circ}C$,最低气温 $-48\ ^{\circ}C$;年平均降水量 $600\ mm$,其中7、8月降水量占全年的50%左右;区内主要河流为多布库尔河,属嫩江水系。监测站显示多布库尔河径流量主要集中分布在每年的4—10月,约

收稿日期:2021-08-29;修订日期:2021-11-01。

基金项目:中国地质调查局“生态地质调查工程(编号:0703)”“大兴安岭山区生态地质调查项目(编号:DD20191014)”项目联合资助。

第一作者简介:陈卓(1989—),男,工程师,主要从事资源环境遥感、生态地质、矿产地质工作。Email:chenz121@163.com。

占全年径流量的92%以上,其中7月、8月径流量占全年的60%以上^[11]。当地森林、湿地资源丰富,

政府积极发展嫩江源湿地文化^[12];主要乔木树种有白桦、兴安落叶松、樟子松和黑桦等。

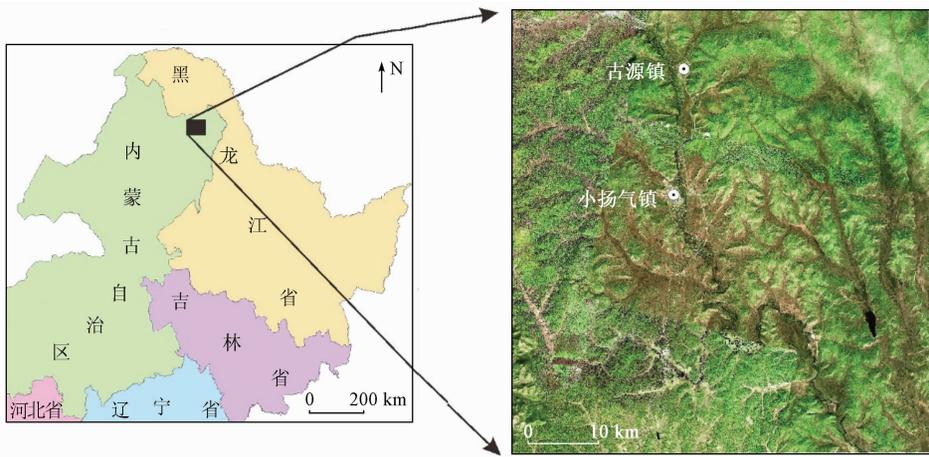


图1 研究区地理位置(左)及GF-1真彩色影像图(右)

Fig.1 Location of the study area (left) and true color remote sensing image of GF-1 (right)

2 数据及方法

2.1 数据来源

在本次研究使用的数据中,1985年、1998年选择的是Landsat-5 TM数据,包含7个波段,涉及红(R)、绿(G)、蓝(B)、近红外(NIR)、短波红外(SWIR)和热红外(TIR)波段,热红外波段空间分辨率为120 m,其余波段空间分辨率为30 m;2008年选择的是SPOT-5数据,包含5个波段,涉及全色(Pan)、红(R)、绿(G)、近红外(NIR)和短波红外(SWIR)波段,其中全色波段空间分辨率为2.5 m,红、绿、近红外波段空间分辨率为10 m,短波红外波段空间分辨率为20 m;2018年采用的是GF-1 PMS数据,包含5个波段,涉及全色(Pan)、红(R)、绿(G)、蓝(B)和近红外(NIR)波段,其中全色波段空间分辨率为2 m,其他波段空间分辨率为8 m;坡度计算采用的是ASTER GDEM 30 m数据。

2.2 研究方法

本文研究方法主要包括土地利用分类提取、生态环境状况指数计算及变化程度分级。其中,土地利用分类需首先确定分类体系,生态环境状况指数的计算需考虑研究区数据的可得性。

2.2.1 分类体系和方法

在野外考察的基础上,参考《土地利用现状分类》(GB/T 21010—2017)^[13]中提出的土地利用分类系统,结合大兴安岭地区地表类型及特征,制定了研究区的分类体系,包括针叶林、混交林、阔叶林、草地、森林沼泽、灌丛沼泽、沼泽草地、耕地、园地、住宅用地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域水利设施用地、其他用地等14类。

采用多尺度图像分割及决策树等处理方法对用地类型进行分类提取^[14-18]。根据不同影像空间分辨率,通过多次图像分割试验,最终选择100、80、60和300、200、100尺度及相应因子权重分别对Landsat-5 TM和SPOT-5、GF-1影像中不同的地物类型进行分割(表1)。

表1 多尺度图像分割参数设置
Tab.1 Parameters of multi-scale segmentation

层次	分割尺度	权重		层次	分割尺度	权重	
		光谱因子	光滑度			光谱因子	光滑度
Level 1	100	0.9	0.3	Level 1	300	0.9	0.3
Level 2	80	0.7	0.5	Level 2	200	0.7	0.5
Level 3	60	0.7	0.6	Level 3	100	0.7	0.6

由于Landsat-5和SPOT-5、GF-1影像的空间、辐射分辨率差异较大,分别采用不同的分类流

程,根据不同地物的光谱、形状、纹理特征及各决策节点的分类目的,优选各类参数(表2),并通过不

断调试参数阈值范围,使自动分类结果与已知的地物分布或目视判读基本一致,获得最佳分类参数和相应阈值(图2,图3),实现对4个时相地物信息的初步提取。

表2 各类参数定义

Tab.2 Definition of different parameters

参数	定义
$(SWIR, NIR, R) \geq n$	SWIR, NIR, R 波段大气校正后的辐射亮度均大于或等于某一值 n
光谱特征均值(M)	$\bar{M} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n DN_i$, DN_i 为单个像元值, n 为像元数量
标准差(σ)	$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (DN_i - \bar{M})^2}$
均一化植被指数(NDVI)	$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$
比值植被指数(RVI)	$RVI = NIR / R$
绿度植被指数(GVI)	GVI 为缨帽变换(TCT)的绿色分量
亮度指数(BI)	BI 为缨帽变换(TCT)的亮度分量
水体指数(NDWI)	$NDWI = (G - NIR) / (G + NIR)$
形状指数(s)	$s = e / (4\sqrt{S})$, e 为边界总长度, S 为面积
长宽比(γ)	$\gamma = L / W$, L 为长度, W 为宽度
坡度(slope)	利用 ASTER 的 GDEM 数据计算获得

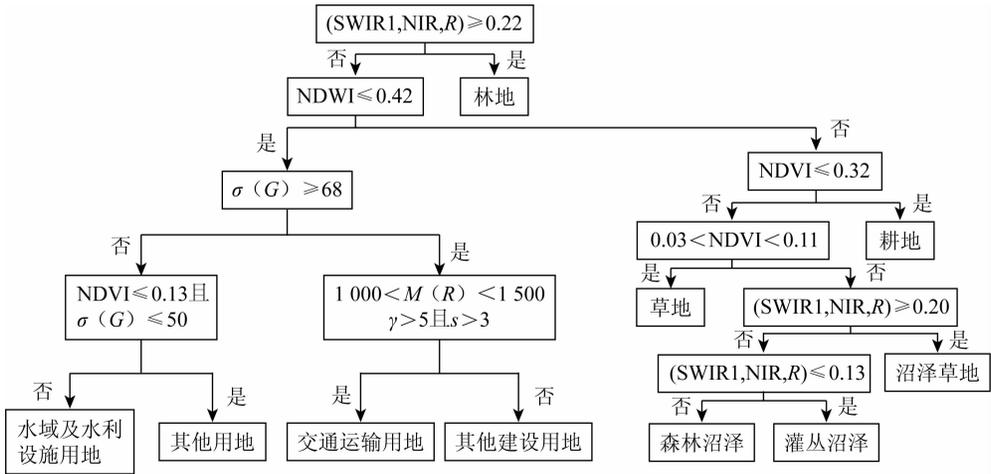


图2 Landsat-5 TM 用地类型分类决策树规则

Fig.2 Landuse decision tree of Landsat-5 TM

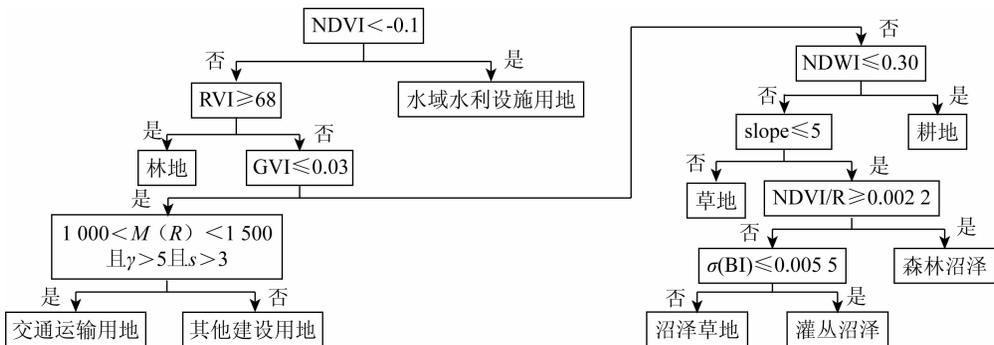


图3 SPOT-5 及 GF-1 用地类型分类决策树规则

Fig.3 Landuse decision tree for SPOT-5 and GF-1 data

按上述规则完成分类后,通过人机交互方法从林地中区分出针叶林、阔叶林、针阔混交林和园地,从其他建设用地中区分出工矿仓储用地、住宅用地等,并进行目视修正,得到最终的分类结果。由于各时相的影像数据空间分辨率不同,分类后需根据野外调查及亚米级影像目视结果进行精度验证,确保不同时相、不同分辨率影像的分类效果具有可比性以满足用地变化分析的需求。

$$I_E = 0.35 I_B + 0.25 I_V + 0.15 I_W + 0.15(100 - I_L) + 0.10(100 - I_P) + I_{EL} \quad (1)$$

式中: I_E 为生态环境状况指数; I_B 为生物丰度指数,表征生物的丰贫程度; I_V 为植被覆盖指数; I_W 为水网密度指数; I_L 为土地胁迫指数; I_P 为污染负荷指数; I_{EL} 为环境限制指数。

$$I_E = 0.375 I_B + 0.275 I_V + 0.175 I_W + 0.175(100 - I_L) + I_{EL} \quad (2)$$

$$I_B = (I_{BI} + I_{HQ})/2 \quad (3)$$

$$I_{BI} = 0.20 R_V + 0.20 R_P + 0.20 D_E + 0.20 E_D + 0.10 R_T + 0.10(100 - E_I) \quad (4)$$

$$I_{HQ} = 511.264(0.35 S_F + 0.21 S_C + 0.28 S_W + 0.11 S_C + 0.04 S_R + 0.01 S_0)/S \quad (5)$$

式(3)一式(5)中: I_{BI} 为生物多样性指数; I_{HQ} 为生境质量指数; R_V 为归一化野生动物丰富度; R_P 为归一化野生维管束植物丰富度; D_E 为归一化生态系统类型多样性; E_D 为归一化物种特有性; R_T 为归一化受威胁物种丰富度; E_I 为归一化外来物种入侵度; S_F 为林地面积, m^2 ; S_C 为草地面积, m^2 ; S_W 为水域湿地面积, m^2 ; S_C 为耕地面积, m^2 ; S_R 为建设用地面积, m^2 ; S_0 为其他土地面积, m^2 ^[23]; S 为研究区总面积, m^2 。由于未获得生物多样性指数计算数

$$I_W = (84.3704 L_W + 591.7908 S_W + 86.3869 V_W)/3S \quad (7)$$

式中: L_W 为河流总长度, m ; S_W 为水域总面积, m^2 ; V_W 为水资源量, m^3 ; S 为研究区总面积, m^2 。由于水资源量未能获取,故将水资源量因子剔除。计算

$$I_L = 236.0435(0.4 S_H + 0.2 S_M + 0.2 S_R + 0.2 S_0)/S \quad (9)$$

式中: S_H 为重度侵蚀面积, m^2 ; S_M 为中度侵蚀面积, m^2 ; S_R 为建设用地面积, m^2 ; S_0 为其他土地胁迫面积, m^2 ; S 为研究区总面积, m^2 。由于研究区植被覆盖度高,裸地主要为路堑和修路产生的采石场,具有坡度陡、面积小的特征,故均按中等侵蚀强度计算。

环境限制指数(I_{EL})为生态环境状况指数的

2.2.2 生态环境状况指数的计算

生态环境状况指数计算参考《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192—2015)^[19]开展。新版规范改进了相关评价指标和计算方法,新增了专题生态环境评价^[20],可在遥感监测的基础上,结合同期水资源量、降水量、土壤侵蚀强度和主要污染物等地面统计数据计算^[21]。计算式如下:

在计算过程中,各因子权重可根据实际情况确定^[22]。此次根据数据可得性将某一因子剔除后,将其权重平均分配到其他因子中。由于无法获得污染负荷指数,故将各因子权重调整如下:

据,故此次使用生境质量指数代表生物丰度指数。

$$I_V = 0.0121 \sum_{i=1}^n P_i/n \quad (6)$$

式中: n 为研究区影像像元总数; P_i 为各像元 NDVI。由于 NDVI 绝对值小于 1,再乘以归一化系数(0.0121)后将导致植被覆盖指数对 I_E 的影响可以被忽略。饶丽^[24]在进行生态环境状况评价时的归一化系数取值介于 121.02 ~ 122.09 之间,故将研究区植被覆盖指数的归一化系数取为 121.50。

方法调整为:

$$I_W = (84.3704 L_W + 591.7909 S_W)/2S \quad (8)$$

约束性指标,指根据区域内出现的严重影响人类生产生活安全的生态破坏和环境污染事项,如重大生态破坏、环境污染和突发环境事件等,其可根据事件的严重程度对生态环境状况的最高等级进行限制并降级。研究区未发生相关问题,故环境限制指数不对生态环境状况指数产生影响。

3 结果及分析

通过以上基于多尺度的图像分割、决策树及目视修正,可对研究区用地类型进行分类,同时计算

生态环境状况指数,进行量化评价。

3.1 用地现状

将研究区分为针叶林、针阔混交林、阔叶林、草地、森林沼泽、灌丛沼泽、沼泽草地、耕地、园地、住宅用地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域水利设施用地和其他用地共 14 类(图 4)。

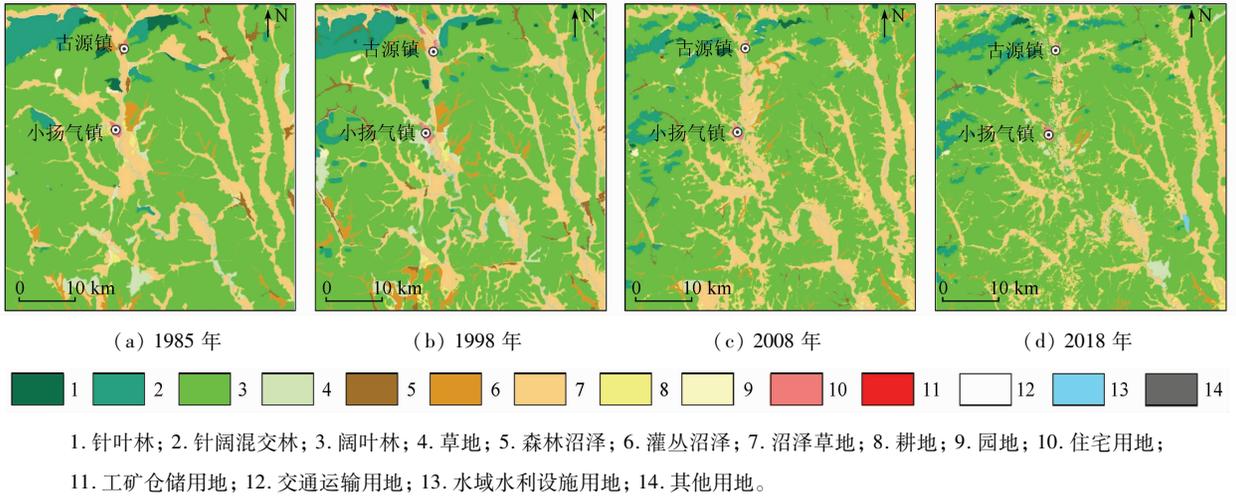


图 4 研究区各年份用地类型分布

Fig. 4 Landuse of Xiaoyangqi in different phases

2018 年小扬气镇林地面积为 2 181.31 km², 沼泽面积为 659.22 km², 水域水利设施用地面积为 19.43 km²。上述 3 类景观占整个区域总面积的 97%(表 3)。林地在整个研究区中均匀分布,

沼泽区主要分布在中部及东部区域,水域及水利设施用地主要分布在中部及东部的沼泽区附近,整体表现出水域—沼泽区—林地逐渐过渡的景观特征。

表 3 研究区各年份用地类型面积

Tab. 3 Areas of landuse in different phases

(km²)

用地类型	年份				用地类型	年份			
	1985	1998	2008	2018		1985	1998	2008	2018
针叶林	24.37	13.78	10.96	9.45	耕地	16.47	19.21	22.41	31.55
针阔混交林	121.27	130.66	104.93	111.21	园地	3.58	5.52	2.96	1.35
阔叶林	2 056.79	1 905.32	1 982.72	2 060.64	住宅用地	6.91	9.37	5.94	7.21
草地	58.53	59.33	8.41	27.11	工矿仓储用地	0.00	0.00	0.26	0.24
森林沼泽	26.25	45.39	17.32	9.43	交通运输用地	18.81	27.37	7.74	11.89
灌丛沼泽	49.40	114.45	52.11	27.63	水域水利设施用地	9.42	34.35	13.73	19.43
沼泽草地	549.81	576.39	712.23	622.16	其他用地	0.85	1.27	0.22	0.67

为得到更加准确的分类结果,结合野外调查样点以及亚米级分辨率影像,通过抽取随机样点分别对 1985 年、1998 年、2008 年和 2018 年的分类结果进行精度评价。评价方法为将解译结果与验证点进行叠加分析,计算 1985—2018 年分类

结果的混淆矩阵,并计算不同类型地物的分类精度及 Kappa 系数。结果显示 1985 年、1998 年、2008 年和 2018 年的分类精度均达到 85% 以上, Kappa 系数均大于 0.83(表 4),表明分类精度达到较高或高水平^[25-26]。

表 4 研究区各年份用地分类精度评价

Tab.4 Assessment of landuse classification accuracy in different years

(%)

用地类型	1985		1998		2008		2018	
	生产精度	用户精度	生产精度	用户精度	生产精度	用户精度	生产精度	用户精度
针叶林	88.74	91.21	89.82	90.19	83.45	88.49	85.17	88.22
针阔混交林	91.79	95.57	93.92	92.51	94.22	93.47	85.11	88.73
阔叶林	90.66	88.32	88.70	88.21	85.50	80.87	83.26	89.71
草地	83.36	80.15	88.74	80.75	89.00	80.00	85.11	81.87
森林沼泽	85.42	87.59	87.01	85.44	90.11	90.50	97.23	84.86
灌丛沼泽	87.27	85.28	89.22	90.32	87.35	85.41	88.26	87.40
沼泽草地	88.58	89.04	89.07	86.48	90.52	90.42	89.79	83.23
耕地	80.48	82.65	80.59	82.70	85.71	86.35	85.26	80.15
园地	81.25	85.32	87.01	85.44	87.67	87.78	90.11	90.50
住宅用地	84.30	80.85	83.58	85.65	90.91	92.38	90.05	87.28
工矿仓储用地					88.53	91.25	92.44	90.28
交通运输用地	93.05	93.78	93.08	90.08	95.15	95.78	94.16	93.78
水域水利设施用地	90.65	91.66	88.84	90.72	88.11	84.55	88.88	85.65
其他用地	79.32	81.45	80.79	81.37	85.71	84.00	86.28	81.33
总体精度/%	88.33		90.12		89.67		92.15	
Kappa 系数	0.835 6		0.857 2		0.882 0		0.898 1	

3.2 生态环境状况

基于遥感解译结果及式(2)一式(9)计算得到 1985 年、1998 年、2008 年和 2018 各个年份的生态环境状况指数如表 5 所示。

表 5 研究区各年份生态环境状况指数及变化

Tab.5 Ecological index and changes in different years

年份	I_E	起止年	ΔI_E
1985	64.74	1985—1998	0.41
1998	65.15	1998—2008	2.91
2008	68.06	2008—2018	-3.93
2018	64.13	1985—2018	-0.61

注: ΔI_E 为起止年内 I_E 的变化量。

根据《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192—2015)^[19] 分级要求,即 $I_E \geq 75$ 为优, $55 \leq I_E < 75$ 为良, $35 \leq I_E < 55$ 为一般, $20 \leq I_E < 35$ 为较差, $I_E < 20$ 为差,研究区生态环境状况保持在良的范围。

3.3 用地类型动态变化

如图 5 所示,1985—2018 年,沼泽草地、耕地、水域及水利设施用地增加面积最多,草地、灌丛沼泽、森林沼泽减少面积最多,增长百分比最多的为水域水利设施用地、耕地,减少百分比最多的为园地、针叶林、草地,总体表现为沼泽草地、耕地、水域的增加和草地的减少。草地、森林沼泽、

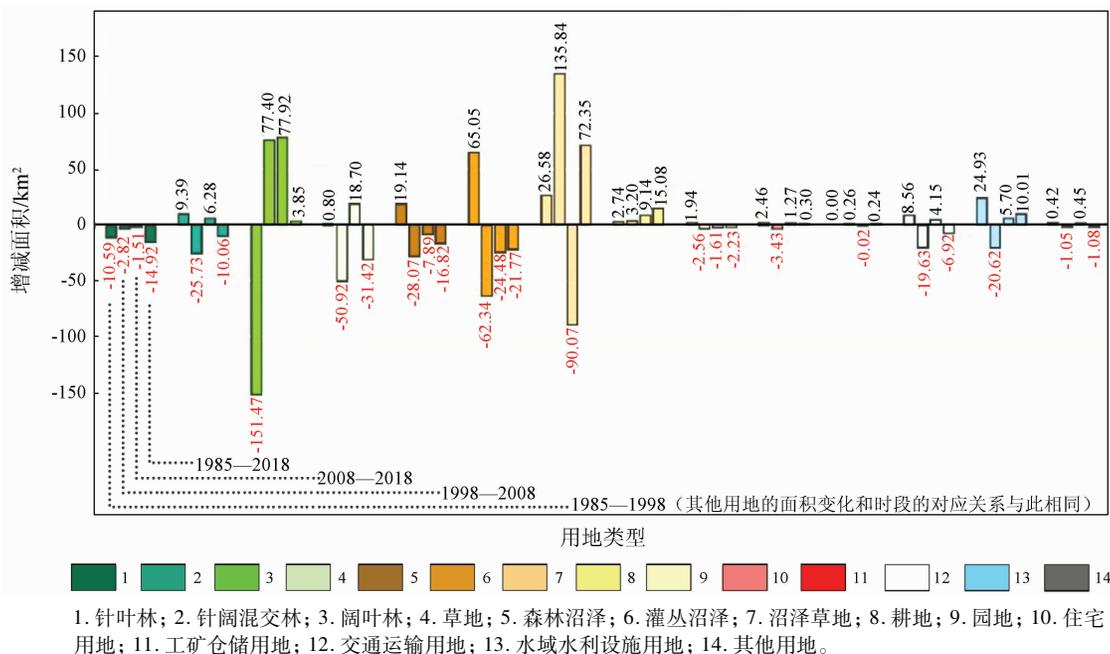


图 5 研究区各年份用地类型面积变化柱状图
Fig.5 Area-change histogram of Xiaoyangqi in different phases

灌丛沼泽、其他用地、水域及水利设施用地、交通运输用地、园地、针叶林在4个年份的面积波动性较大,该类用地面积较小,更易受各类因素的影响。

1985—2018年,阔叶林与沼泽草地之间的相互转化最为剧烈,且阔叶林和沼泽草地受人类建设活动影响最为明显(表6,图5)。

表6 1985—2018年小扬气镇用地类型变化转移矩阵

Tab.6 Transfer matrix of landuse of Xiaoyangqi district from 1985 to 2018

(km²)

用地类型	2018年													
	针叶林	混交林	阔叶林	草地	森林沼泽	灌丛沼泽	沼泽草地	耕地	园地	住宅用地	工矿及仓储用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他用地
1985年 针叶林	4.48	8.57	8.75	0.00	0.15	0.00	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
混交林	0.03	36.29	71.92	0.00	0.74	0.00	11.86	0.03	0.11	0.01	0.00	0.14	0.13	0.05
阔叶林	3.95	63.48	1730.88	19.80	4.28	14.90	195.00	16.38	1.24	0.43	0.17	4.37	1.08	0.29
草地	0.00	0.00	31.35	4.66	0.00	0.16	19.81	1.92	0.00	0.08	0.00	0.33	0.18	0.00
森林沼泽	0.27	0.00	6.35	0.00	1.42	0.90	16.00	0.24	0.00	0.35	0.00	0.11	0.52	0.01
灌丛沼泽	0.00	0.07	15.75	0.53	0.18	8.19	21.35	2.27	0.00	0.36	0.00	0.34	0.36	0.02
沼泽草地	0.05	2.54	172.08	1.82	2.49	3.29	342.05	7.90	0.00	1.51	0.01	3.08	12.87	0.15
耕地	0.00	0.00	6.58	0.00	0.00	0.02	6.82	2.05	0.00	0.16	0.00	0.35	0.27	0.03
园地	0.63	0.24	2.66	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
住宅用地	0.00	0.00	1.28	0.00	0.00	0.00	0.41	0.51	0.00	4.06	0.00	0.52	0.04	0.07
交通运输用地	0.00	0.09	11.92	0.24	0.08	0.11	3.27	0.10	0.00	0.23	0.05	2.60	0.07	0.04
水域水利设施	0.04	0.00	1.74	0.07	0.08	0.00	3.50	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	3.87	0.01
其他用地	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00	0.05	0.05	0.10	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00

根据生态环境状况指数变化(ΔI_E)的绝对值,可将变化程度分为4个等级:|ΔI_E| < 1为无明显变化;1 ≤ |ΔI_E| < 3为略微变化;3 ≤ |ΔI_E| < 8为明显变化;|ΔI_E| ≥ 8为显著变化。此外,如果生态环境状况指数所属等级发生变化,如由良变为一般、良变成优等,则认为生态环境状况发生明显变化^[19]。根据生态环境状况指数变化(表5),1985—1998年生态环境状况无明显变化,1998—2008年生态环境状况有略微变好,2008—2018年生态环境状况发生明显降低。生态环境状况的改善主要发生在1998—2008年间,总体上看1985—2018年间研究区生态环境状况无明显变化。生态环境状况指数是对各种地类生态效应的综合反映,从各因子组成及权重可知林草湿和水体对指数具有重要的正向促进作用,林草湿和水体是研究区的主体,生态环境状况指数的总体平稳反映了研究区主体生态功能的稳定。

4 结论

(1)通过面向对象的多尺度分割及决策树规则,结合人机交互解译,较好地完成了大兴安岭小扬气镇的土地利用分类,分类精度较高,能够满足

研究区生态环境状况评价的需要。

(2)小扬气镇1985—2018年生态环境状况总体无明显变化,用地类型上表现为沼泽草地、耕地、水域的增加和草地的减少,其中沼泽草地主要由阔叶林转化而来,耕地主要由阔叶林、沼泽草地转化而来,草地主要转化为阔叶林、沼泽草地,除阔叶林外,其他自然地类面积较小,易受到外界因素影响,面积波动变化较大,原有阔叶林和沼泽草地被新增人类生产生活设施占用最多。

(3)30余a来,小扬气镇生态环境状况变化不显著,总体保持良好,从2018年本底数据来看,该区林地、沼泽、水域水利设施用地占整个研究区面积的97%,自然地类占绝对主导地位,主体生态功能完善、稳定。

参考文献(References):

[1] 张中秋,劳燕玲,何彩珍,等.土地利用多功能机制及其耦合协调时空分异——以广西为例[J].农业资源与环境学报,2021,38(2):317-331.
Zhang Z Q, Lao Y L, He C Z, et al. Mechanism of land use functions and their spatio-temporal differentiation of coupling coordination degree: Taking Guangxi as an example[J]. J Agric Resour Environ, 2021, 38(2): 317-331.

[2] 李璇琼.基于RS和GIS的土地利用变化动态监测研究——

- 以都江堰市为例[D]. 成都:成都理工大学,2010.
- Li X Q. Research on Dynamic Monitoring of Land Use Change Based on RS and GIS: Take the City of Dujiangyan as example [D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2010.
- [3] 韩会然,杨成凤,宋金平. 北京市土地利用变化特征及驱动机制[J]. 经济地理,2015,35(5):148-154,197.
- Han H R, Yang C F, Song J P. The spatial-temporal characteristic of land use change in Beijing and its driving mechanism[J]. Econ Geogr, 2015, 35(5): 148-154, 197.
- [4] 李倩. 有生态价值的地先留住——访中国土地勘测规划院副总工程师郑伟元[J]. 中国土地,2008(11):21-23.
- Li Q. Area with ecological values will be retained first; A visit on Zheng Weiyuan, Chief engineer of China Land Survey and Planning Institute [J]. China Land, 2008(11): 21-23.
- [5] 岳妍. 大兴安岭森林资源培育措施探讨[J]. 内蒙古林业, 2019(12):22-24.
- Yue Y. Discussion on cultivation measures of forest resources in Greater Khingan Mountains [J]. Inner Mongolia For, 2019(12): 22-24.
- [6] 唐仲秋,王之安,刘会锋,等. “十二五”期间松岭林业局森林资源经营情况及存在问题[J]. 国土与自然资源研究,2019(2):69-71.
- Tang Z Q, Wang Z A, Liu H F, et al. Forest resources management situation and existing problems of Songling Forestry Bureau during the 12th Five-Year Plan period [J]. Territ Nat Resour Study, 2019(2): 69-71.
- [7] 徐星,陈建平. 基于多时相遥感的北京门头沟土地利用及矿山环境变化[J]. 地质学刊,2018,42(3):514-519.
- Xu X, Chen J P. Land use and mine environmental change based on multi-temporal remote sensing in Mentougou, Beijing [J]. J Geol, 2018, 42(3): 514-519.
- [8] 潘灵慧,陈建平. 基于遥感数据的内蒙古近三十年植被指数的时空分析[J]. 地质学刊,2018,42(3):507-513.
- Pan L H, Chen J P. Spatial-temporal analysis of vegetation index based on remote sensing data during the past three decades in Inner Mongolia [J]. J Geol, 2018, 42(3): 507-513.
- [9] 王华,杨乾鹏,田云杰,等. 基于多时相Landsat影像的中亚地区植被覆盖遥感监测[J]. 干旱区地理,2020,43(4):1023-1032.
- Wang H, Yang Q P, Tian Y J, et al. Vegetation coverage monitoring in the Central Asian countries using multi-temporal Landsat images [J]. Arid Land Geogr, 2020, 43(4): 1023-1032.
- [10] 赖明,吴淑玉,张海燕,等. 基于综合区划的中国西南地区自然资源动态变化特征分析[J]. 中国地质调查,2021,8(2):83-91.
- Lai M, Wu S Y, Zhang H Y, et al. Analysis on the characteristics of natural resources dynamic changes in Southwest China based on comprehensive regionalization [J]. Geol Surv China, 2021, 8(2): 83-91.
- [11] 董智,卢松,苏豪. 多布库尔河松岭站的河流日径流特征分析与预测模型建立[J]. 农村实用技术,2019(10):105-106.
- Dong Z, Lu S, Su H. The analysis and prediction model of daily runoff characteristics of the Songling station in Duobukuer river [J]. Appl Technol Rural Areas, 2019(10): 105-106.
- [12] 黑集. 大兴安岭再添生态文化新品牌[J]. 绿色经纬,2018(15):68-69.
- Hei J. The Greater Hinggan mountains adds a new brand of ecological culture [J]. Green China, 2018(15): 68-69.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 土地利用现状分类:GB/T 21010—2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration. Current Land Use Classification: GB/T 21010-2017[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [14] 李小斌,田铮. 基于谱聚类的图像多尺度随机树分割[J]. 中国科学(E辑):信息科学,2007,37(8):1073-1085.
- Li X B, Tian Z. Multiscale stochastic hierarchical image segmentation by spectral clustering [J]. Sci China Ser F Inf Sci, 2007, 50(2): 198-211.
- [15] 王露,刘庆元. 高分辨率遥感影像多尺度分割中最优尺度选取方法综述[J]. 测绘与空间地理信息,2015,38(3):166-169.
- Wang L, Liu Q Y. The methods summary of optimal segmentation scale selection in high-resolution remote sensing images multi-scale segmentation [J]. Geomat Spat Inf Technol, 2015, 38(3): 166-169.
- [16] 费鲜芸,王婷,魏雪丽. 基于多尺度分割的遥感影像滨海湿地分类[J]. 遥感技术与应用,2015,30(2):298-303.
- Fei X Y, Wang T, Wei X L. Coastal wetland classification based on multi-scale image segmentation using high spatial RS images [J]. Remote Sens Technol Appl, 2015, 30(2): 298-303.
- [17] 叶润青,牛瑞卿,张良培. 基于多尺度分割的岩石图像矿物特征提取及分析[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2011,41(4):1253-1261.
- Ye R Q, Niu R Q, Zhang L P. Mineral features extraction and analysis based on multiresolution segmentation of petrographic images [J]. J Jilin Univ (Earth Sci Ed), 2011, 41(4): 1253-1261.
- [18] 张正健,李爱农,雷光斌,等. 基于多尺度分割和决策树算法的山区遥感影像变化检测方法——以四川攀西地区为例[J]. 生态学报,2014,34(24):7222-7232.
- Zhang Z J, Li A N, Lei G B, et al. Change detection of remote sensing images based on multiscale segmentation and decision tree algorithm over mountainous area: A case study in Panxi region, Sichuan Province [J]. Acta Ecol Sin, 2014, 34(24): 7222-7232.
- [19] 中国环境监测总站,环境保护部南京环境科学研究所. 生态环境状况评价技术规范:HJ 192—2015[S]. 北京:中国环境科学出版社,2015.
- Environmental Monitoring of China, Nanjing Institute of Environmental Sciences. Technical Criterion for Ecosystem status Evaluation: HJ 192-2015[S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2015.
- [20] 欧阳玲,马会瑶,王宗明,等. 基于Landsat影像的赤峰市生态

- 环境状况评估[J]. 中国环境科学, 2020, 40(9): 4048–4057.
- Ouyang L, Ma H Y, Wang Z M, et al. Assessment of ecological environment in Chifeng city based on Landsat imagery[J]. *China Environ Sci*, 2020, 40(9): 4048–4057.
- [21] 陈宇洁, 陈志芳, 马德高. 扬州市 2010—2015 年生态环境遥感监测研究[J]. *环境科学与管理*, 2017, 42(9): 171–175.
- Chen Y J, Chen Z F, Ma D G. Study on remote sensing monitoring of ecological environment in Yangzhou city between 2010 and 2015[J]. *Environ Sci Manage*, 2017, 42(9): 171–175.
- [22] 徐凯磊, 胡智峰, 丁建伟, 等. 基于多时相遥感影像的蔚县矿区环境评价[J]. *煤炭技术*, 2020, 39(6): 149–153.
- Xu K L, Hu Z F, Ding J W, et al. Quantitative evaluation of ecological environment in Yuxian county coalfield based on multi-temporal RS imagery[J]. *Coal Technol*, 2020, 39(6): 149–153.
- [23] 中华人民共和国环境保护部. 区域生物多样性评价标准: HJ 623—2011[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2012.
- Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. Standard for the Assessment of Regional Biodiversity: HJ 623–2011[S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2012.
- [24] 饶丽. 北京市生态环境状况评价及生态效率测算[D]. 北京: 北京林业大学, 2019.
- Rao L. Assessment of ecological environment and measurement of ecological efficiency in Beijing[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2019.
- [25] 布仁仓, 常禹, 胡远满, 等. 基于 Kappa 系数的景观变化测度——以辽宁省中部城市群为例[J]. *生态学报*, 2005, 25(4): 778–784.
- Bu R C, Chang Y, Hu Y M, et al. Measuring spatial information changes using Kappa coefficients: A case study of the city groups in central Liaoning Province[J]. *Acta Ecol Sin*, 2005, 25(4): 778–784.
- [26] 许文宁, 王鹏新, 韩萍, 等. Kappa 系数在干旱预测模型精度评价中的应用——以关中平原的干旱预测为例[J]. *自然灾害学报*, 2011, 20(6): 81–86.
- Xu W N, Wang P X, Han P, et al. Application of Kappa coefficient to accuracy assessments of drought forecasting model: A case study of Guanzhong Plain[J]. *J Nat Dis*, 2011, 20(6): 81–86.

Landuse types change and ecological environment assessment of Xiaoyangqi district of Daxing' an Mountains based on remote sensing

CHEN Zhuo^{1,2}, CHEN Jianping², ZHOU Chuanfang¹, LIU Tao¹, JIANG Ping¹, ZHANG Qipeng¹
 (1. Harbin Center for Integrated Natural Resources Survey, China Geological Survey, Heilongjiang Harbin 150086, China; 2. China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: The Xiaoyangqi district is located in southern Daxing' an Mountains, and belongs to Daxing' an Mountains forest ecological function district, with the high forest coverage and rich wetland resource, which used to be timber production base. In order to master the situation and change of landuse types and evaluate the ecological environment condition, the authors used the multi-source remote sensing data, the multi-resolution segmentation technology, and decision tree and visual interpretation methods to obtain the area of different landuse types of 1985, 1998, 2008 and 2018, calculate the Ecological Index (IE) and analyse ecological environmental condition. The results show that the landuse types in the study area are mainly forest, wetland and water bodies, which account for more than 97% of the total area. Swamp meadow was mainly transformed from broad-leaved forest, and agricultural land was mainly transformed from broad-leaved forest and swamp meadow. The grassland was mainly converted into broad-leaved forest and swamp meadow. And the transformation between broad-leaf forest and swamp meadow is the strongest. The new-added human facilities occur on the original broad-leaf forest and swamp meadow areas. In general, ecological condition remains favorable, and plays an important role in ecological security and developing green economy.

Keywords: Daxing' an Mountains; Xiaoyangqi Town; remote sensing; landuse types; ecological environment condition