

5种植被指数识别青藏高原季节牧场比较研究

方攀飞^{1,2},王雷光³,于龙²,苏世琪³,徐伟恒^{3,4},周华坤⁵

(1. 西南林业大学林学院,云南 昆明 650233;2. 曲靖师范学院文化旅游学院,云南 曲靖 6550113;
西南林业大学大数据与智能工程学院,云南 昆明 650233;3. 西南林业大学大数据与人工智能
研究院,云南 昆明 650233;4. 西南林业大学森林生态大数据国家林业与草原局重点实验室,
云南 昆明 650233;5. 中国科学院西北高原生物研究所青海省寒区恢复
生态学重点实验室,青海 西宁 810001)

摘要:季节牧场(冷季牧场和暖季牧场)面积是载畜量计算的重要指标,对于草畜平衡季节动态管理具有重要指导意义。本研究基于Landsat 8影像构建5种对植被扰动敏感的植被指数(NBR、CSI、NBR2、NDMI和NDVI),通过5种植被指数对青藏高原地区两类最主要的高寒草地(高寒草甸和高寒草原)的季节牧场可利用面积进行识别,并通过区分度(M)和分类精度定量评价各指数识别季节牧场的能力。结果表明:1)受到放牧家畜的啃食和践踏等干扰,在暖季放牧末期,冷季牧场和暖季牧场光谱差异明显;2)5种植被指数均能很好地区分高寒草地的季节牧场,M值均高于2.38,总体精度均高于87.33%;3)基于近红外(NIR)和短波红外(SWIR2)波段构建的NBR指数对高寒草甸和高寒草原的季节牧场分类效果最好,总体精度均高于93.33%,Kappa系数均大于0.83。

关键词:季节牧场;青藏高原;Landsat8;植被指数

中图分类号:S812.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2022)04-0001-08

DOI:10.13817/j.cnki.cycp.2022.04.001



高寒草地是青藏高原高寒地区主要的生态系统和重要的畜牧业生产基地,受气候影响,天然草地牧草产量与营养供给存在季节性不平衡,家畜生产力呈“夏饱、秋肥、冬瘦、春乏”的状态。牧民通常将牧场划分为冷季牧场(冬春牧场)和暖季牧场(夏秋牧场)进行季节放牧^[1]。季节放牧是一种科学利用天然草地的时(季节)空(区域)的对策,有助于提高草地群落高度、盖度和草地生产力^[2-3]。准确绘制季节牧场的空间分布图,识别季节牧场的可利用面积,对科学地确定冷季和暖季牧场的合理载畜量^[4-5],实现草畜平衡^[6],保护草地生态环境和促进草地畜牧业持续发展

具有深远意义^[7]。

当前对于季节牧场研究主要集中在季节放牧对草地生态系统的影响^[8-9],而对季节牧场识别和制图的研究较少。青海省季节牧场制图始于20世纪80年代,由专家综合自然环境、草地类型、放牧状况等因素绘制,制图成本高且绘制的小比例尺纸质图精度较低。王平等^[10]将海拔要素和人口分布作为季节牧场制图的两个影响因子,基于GIS软件绘制了青海省2000年的季节牧场空间分布图,总体精度为66.65%。但牧区的土地利用制度随着国家牧区牧业政策变迁,即牧区的牲畜和草地由集体共有共管转变为牲畜私有私管、草地共有私管,放牧形式由集体大面积游牧转变为家庭式定居或半定居式放牧,季节牧场也进行了重新划分和利用^[11]。同时,大量围栏建设使牧场趋于破碎化,牧民的流动性下降,牧场土地利用强度显著增加,造成草地退化^[7,11]。这些变化使得野外调查工作量剧增,由于时间和资金限制,开展大范围季节

收稿日期:2021-09-16; **修回日期:**2022-04-20

基金项目:国家自然科学基金项目(31660680);青海省创新平台建设专项(2022-ZJ-Y02)

作者简介:方攀飞(1997-),男,云南宜良人,硕士研究生。

E-mail:2862382468@qq.com

于龙为通信作者。E-mail:yulong78@qq.com

牧场制图面临巨大挑战。因此,探寻现实性强、精度高的季节牧场空间分布制图方法成为亟待解决的问题。

遥感技术的发展使得季节牧场的快速和高精度制图成为可能。遥感植被指数作为表征地表植被覆盖和生长状况的度量参数,被广泛用于植被分类、作物长势监测以及森林火灾、采伐、土地利用变化、病虫害等人为或自然扰动识别^[12]。沈文娟等^[13]以NBR指数为核心算法,监测和分析了南方人工森林干扰与恢复,精度验证结果表明,算法解译结果与真实地表较吻合。Long等^[14]基于Google Earth Engine平台,使用NDVI和NBR指数绘制了全球年度燃烧区分布图。孙桂芬等^[15]用高分一号和Landsat8数据构建了5种典型植被指数,以识别四川省2014年和内蒙古自治区2017年发生的4次森林火灾,并通过区分度M定量评价各植被指数识别火烧迹地的潜力,结果表明NBR指数对于过火区的分离性较好,对于两个地区火烧迹地识别总体精度均高于87%。陆俊^[16]等通过分析冬小麦收割前后NDVI的差异,计算时序NDVI的曲率提取小麦收割信息,提取总精度95.1%。放牧作为草地最普遍的利用和管理方式,直接影响牧草的生长状态和环境^[17],家畜的啃食消耗、践踏和排泄等因素直接影响了牧草盖度、生产力、含水量和土壤含水量^[18-20]。孙鹏^[21]对三江源东部高寒草原植被群落的高光谱特征进行研究,发现不同退化梯度植被的高光谱反射率曲线具有明显差别。综上所述,植被指数可能是一种改善季节牧场制图精度的技术。但是关注放牧干扰活动造成的差异,运用植被指数识别季节牧场的研究尚不多见。

因此,本研究以青藏高原地区面积分布最广的高寒草甸和高寒草原两类牧场为研究对象,用归一化燃烧率(Normalized Burn Ratio, NBR)、碳土壤指数(Char Soil Index, CSI)、归一化燃烧率2(Normalized Burn Ratio2, NBR2)、归一化差分湿润指数(Normalized Difference Moisture Index, NDMI)和归一化植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)识别季节牧场,并定量评价各指数识别季节牧场的潜力,探求对季节牧场最佳的识别指数。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

高寒草甸和高寒草原是青藏高原高寒地区主要的植被类型和生态系统的重要组成部分。研究区位于青藏高原两个重要的草地畜牧业基地(图1),其中,高寒草原试验区地处青海省的囊谦县和玉树市交界处,区内植物以多年生禾草和根茎型苔草为主,平均海拔为4 372 m。高寒草甸试验区位于青海省的玛沁县、甘德县和久治县与甘肃省的河南蒙古族自治县、玛曲县的交界处,植被以嵩草为主,优势种为小嵩草、矮嵩草和线叶嵩草,平均海拔为3 998 m。两个地区主要的放牧家畜为牦牛和藏羊,放牧时间为暖季放牧(6~10月)和冷季放牧(11月~翌年5月)。

1.2 遥感数据及预处理

青藏高原大部分地区牧草返青时间在每年的4~6月,7月末草地产量达到最高,8月草地产量开始减少,从9月中旬~10月生长季结束进入枯黄期^[22-23]。生长季末期,暖季牧场的牧草受到家畜采食与践踏的干扰达到最大,而冷季牧场还未受到干扰,此时间段内二者的光谱反射率差异最为明显。鉴于此,本研究从USGS EarthExplorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>)获取云量较少、成像时间分别为2017年9月11日和2015年9月28日的两景Landsat 8影像开展研究。利用ENVI软件对影像数据进行辐射定标、大气校正和几何配准等预处理。

1.3 植被指数计算

利用预处理后的影像计算了5种植被指数,计算公式如表1所示。其中NBR、NBR2和CSI被广泛用于森林火烧迹地检测^[17],研究表明,这3个指数不仅对于森林火烧干扰识别效果非常好,而且用于分析草原火烧、人类活动(如采伐、收割)和动物活动(如采食、践踏)等对草地干扰也具有较大潜力^[24],而NDVI和NDMI作为反映植被活力的指数,常用来监测植被长势和生物量动态。

1.4 区分度计算

为了定量评价不同植被指数对冷季牧场和暖季牧场的区分能力,选用区分度(Separability index, M)进行评价^[25]。M的计算公式:

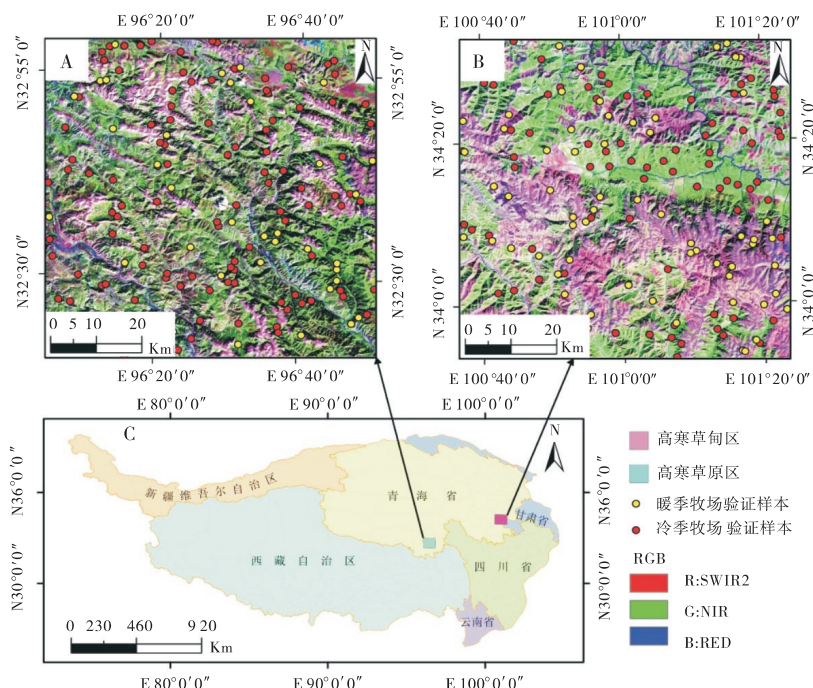


图 1 试验区位置图

Fig. 1 Locations of study area

注:a:高寒草原试验区假彩色影像;b:高寒草甸试验区假彩色影像;c:试验区在青藏高原的位置

表 1 季节牧场识别植被指数

Table1 Vegetation indices tested in this study

指数	缩写	公式
归一化燃烧率	NBR	$NBR = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{SWIR2}}{\rho_{NIR} + \rho_{SWIR2}}$
归一化燃烧率 2	NBR2	$NBR2 = \frac{\rho_{SWIR1} - \rho_{SWIR2}}{\rho_{SWIR1} + \rho_{SWIR2}}$
碳土壤指数	CSI	$CSI = \frac{\rho_{NIR}}{\rho_{SWIR2}}$
归一化差分湿润指数	NDMI	$NDMI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{SWIR1}}{\rho_{NIR} + \rho_{SWIR1}}$
归一化植被指数	NDVI	$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$

注: ρ_{RED} 、 ρ_{NIR} 、 ρ_{SWIR1} 、 ρ_{SWIR2} 分别是 Landsat 8 的红、近红外、短波红外 1 和短波红外 2 波段的地表反射率。

$$M = \frac{|\mu_c - \mu_w|}{\sigma_c + \sigma_w} \quad (1)$$

式中, μ_c 和 μ_w 分别为冷季牧场和暖季牧场样本像元值的平均值, σ_c 和 σ_w 分别是冷季牧场和暖季牧场样本像元值的标准差。 $M > 1.0$ 表示区分度良好, $M < 1.0$ 表示区分度较差, M 越大,表明可区分度越高^[26]。

1.5 季节牧场识别及评价

为减少冰川积雪、裸岩裸土、城镇、道路和水体等不可利用草地对季节牧场识别的影响,利用 NDVI 指

数设置合理阈值生成可利用草场掩膜,阈值设定为:高寒草原区 $NDVI > 0.2$ 、高寒草甸区 $NDVI > 0.388$ 为可利用草地。然后,利用 5 种指数在可利用草地掩膜内识别季节牧场。为了进一步评价各指数对季节牧场的识别潜力,在研究区内生成随机点,用 Google Earth 平台高空间分辨率(1~2m)的卫星影像,根据光谱信息以及野外调查总结的先验知识(冷季牧场一般位于海拔较低的区域,附近大多有牧民定居的砖瓦房和牛羊圈棚等附属建筑设施,而暖季放牧时牧民多居住在帐篷或简易活动板房中,圈舍通常是用铁丝、绳子和木桩简易搭建)对随机点进行目视判读,剔除异常点,得到验证样本。最后,建立验证样本与季节牧场识别结果的混淆矩阵,计算 Kappa 系数、总体精度、用户精度和制图精度 4 个评价指标,综合 M 和 4 个精度指标定量评价 5 种指数识别季节牧场的能力。

2 结果与分析

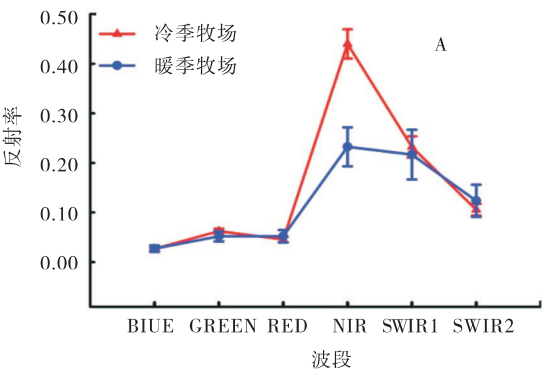
2.1 季节牧场的反射光谱特征

不同地物的光谱反射差异是识别土地覆盖/利用类型的基础。放牧会影响牧草的生长,同时也会改变局地的光、水等条件^[27]。家畜啃食和践踏直接导致牧草叶面积减少,反映在光谱上为 NIR 波段的反射率较

低,RED波段和SWIR波段的反射率较高^[21]。冷季牧场在NIR波段的反射率高于暖季牧场,而在SWIR2波段的反射率则低于暖季牧场,反映出这两个波段对啃食和践踏等干扰较为敏感(图2)。

2.2 5种植被指数的M值分析

在2个试验区5种植被指数的M值均大于2.30,



表明5种植被指数对冷季牧场与暖季牧场的区分度都很好。其中,NBR在高寒草甸区和高寒草原区的M值都最高,分别为2.73和2.82,CSI和NBR2在高寒草甸区和高寒草原区的M值也都在2.60以上,而NDMI和NDVI在高寒草甸区的M值都比高寒草原区高(表2)。

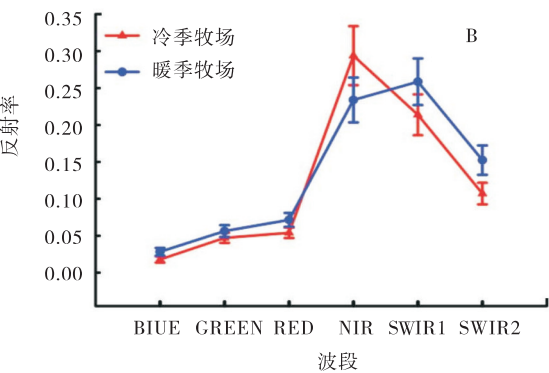


图2 Landsat8影像季节牧场地表反射光谱曲线

Fig. 2 Spectral curves of Landsat 8 surface reflectance

注:a:高寒草甸区;b:高寒草原区

表2 不同植被指数对暖季牧场和冷季牧场的区分度

Table 2 Separability values of different vegetation indices between warm and cold season pastures

指数	高寒草甸区	高寒草原区
NBR	2.73	2.82
NDMI	2.71	2.47
CSI	2.66	2.60
NBR2	2.62	2.64
NDVI	2.66	2.38

两个试验区暖季牧场和冷季牧场典型样本的植被指数频率直方图表明(图3),二者在5种植被指数的值域区间区分度均非常好,据此设定阈值(表3),完成对高寒草甸和高寒草原试验区冷季和暖季牧场的识别。

表3 高寒草原及高寒草甸区季节牧场识别阈值

Table3 Thresholds of each vegetation index of seasonal pasture identification in alpine steppe and alpine meadow

指数	高寒草原区		高寒草甸区	
	冷季牧场	暖季牧场	冷季牧场	暖季牧场
NBR	≥0.302	<0.302	≥0.459	<0.459
NBR2	≥0.286	<0.286	≥0.320	<0.320
NDMI	≥0.027	<0.027	≥0.126	<0.126
NDVI	≥0.600	<0.600	≥0.718	<0.718
CSI	≥1.850	<1.850	≥2.600	<2.600

2.3 季节牧场识别精度分析

经过目视判读,在两个试验区各获得150个验证样本点,其中,高寒草甸试验区暖季牧场样本72个,冷季牧场样本78个,高寒草原试验区暖季牧场样本37个,冷季牧场样本113个。

利用验证样本对季节牧场分类图进行精度检验。在高寒草甸区(表4),5种植被指数的总体识别精度均超过92%以上,其中NBR识别精度最高,制图精度、用户精度和总体精度均大于98%,Kappa系数为0.97。总体识别精度为NBR>CSI>NDMI>NDVI>NBR2。在高寒草原区(表5),NBR、CSI和NDMI的识别总体精度均大于90%。NDVI和NBR2识别精度相对较低,总体精度均低于90%,Kappa系数均低于0.7。高寒草甸区暖季牧场和冷季牧场空间分布较为集聚,高寒草原区暖季牧场和冷季牧场空间分布较为离散(图4)。

3 讨论

放牧活动作为草地生态系统的重要干扰因子,放牧会对牧草的生长状态产生重大影响。本研究利用生长季末期Landsat 8影像分析家畜啃食、践踏等干扰造成的光谱差异,再利用5种对扰动敏感的植被指数识别季节牧场。

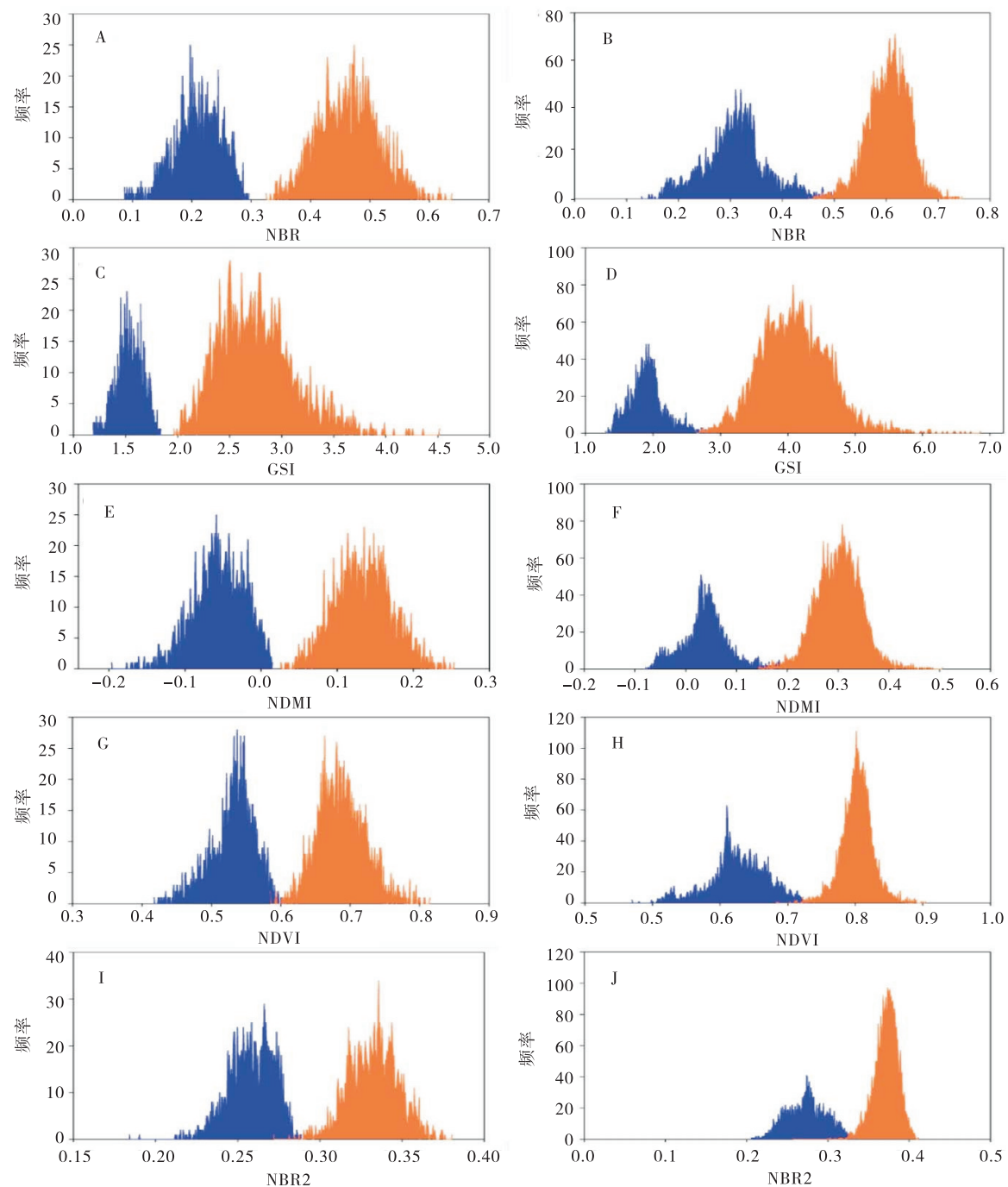


图 3 季节牧场植被指数值频率分布直方图

Fig. 3 Frequency distributions of vegetation indices for seasonal pasture

注: A, C, E, G, I 为高寒草原区; B, D, F, H, J 为高寒草甸区

从 Landsat 8 影像的反射光谱曲线上看,冷季牧场与暖季牧场反射率差异在 NIR 和 SWIR2 波段最为明显。在 2 个区域 5 种植被指数对季节牧场的分离性 M 均大于 2.30,其中, NBR 的 M 最高,分别为 2.73 和 2.82,说明 5 个指数都具有良好的识别能力,但基于 NIR 和 SWIR2 波段构建的 NBR 指数能够更好的区分季节牧场。

在 2 个区域利用 5 种指数识别季节牧场,精度在 85%~98.67%,相比王平等^[10]以海拔和人口分布修正的识别方法绘制的 2000 年青海省季节牧场的 66.65%,本方法现实性强,识别方法简单且精度更高。目前,Google Earth Engine 和 PIE Engine 等云平台已经广泛用于土地覆盖制图,这些平台具有强大的算力,存储着长时间跨度的 Landsat 序列数据,以及多

表 4 高寒草甸区季节牧场识别精度评价

Table 4 Accuracy evaluation of seasonal pasture identification in alpine meadow

评价指标	NBR	CSI	NDMI	NDVI	NBR2
暖季牧场制图精度/%	98.72	97.44	96.15	94.87	92.31
冷季牧场制图精度/%	98.61	98.61	97.22	91.67	93.06
暖季牧场用户精度/%	98.72	98.70	97.40	92.50	93.51
冷季牧场用户精度/%	98.61	97.26	95.89	94.29	91.78
总体精度/%	98.67	98.00	96.67	93.33	92.67
Kappa	0.97	0.96	0.93	0.87	0.85

表 5 高寒草原区季节牧场识别精度评价

Table 5 Accuracy evaluation of seasonal pasture identification in alpine steppe

评价指标	NBR	CSI	NDMI	NDVI	NBR2
暖季牧场制图精度/%	94.59	94.59	89.19	75.68	75.68
冷季牧场制图精度/%	92.92	91.15	91.15	92.92	91.15
暖季牧场用户精度/%	81.40	77.78	76.74	77.78	73.68
冷季牧场用户精度/%	98.13	98.10	96.26	92.11	91.96
总体精度/%	93.33	92.00	90.67	88.67	87.33
Kappa	0.83	0.80	0.76	0.69	0.66

种去云和填补有云像素的方法,支持更精细的提取大范围季节牧场,了解不同时期季节牧场的分布以及转变情况,并尝试解释藏区土地利用制度转变与牧场生态系统质量变化的关系^[28]。

当识别大区域季节牧场时,一些因素可能导致冷季牧场面积增大。如暖季牧场内分布的金露梅和山生柳等灌丛,牦牛不喜食,藏系绵羊只有在草场质量差的时候才会少量食用,导致暖季牧场内的灌丛区域识别为冷季牧场。一些地区响应国家一系列生态修复政策,区内不进行放牧,未受到干扰,识别时会被划分为冷季牧场。

4 结论

(1)暖季放牧末期是利用植被指数识别季节牧场的关键时期,在此时间段,暖季牧场受到家畜的啃食和践踏等干扰达到峰值,而冷季牧场还未受到干扰,二者光谱差异明显。

(2)综合区分度M和分类精度,5种植被指数识别

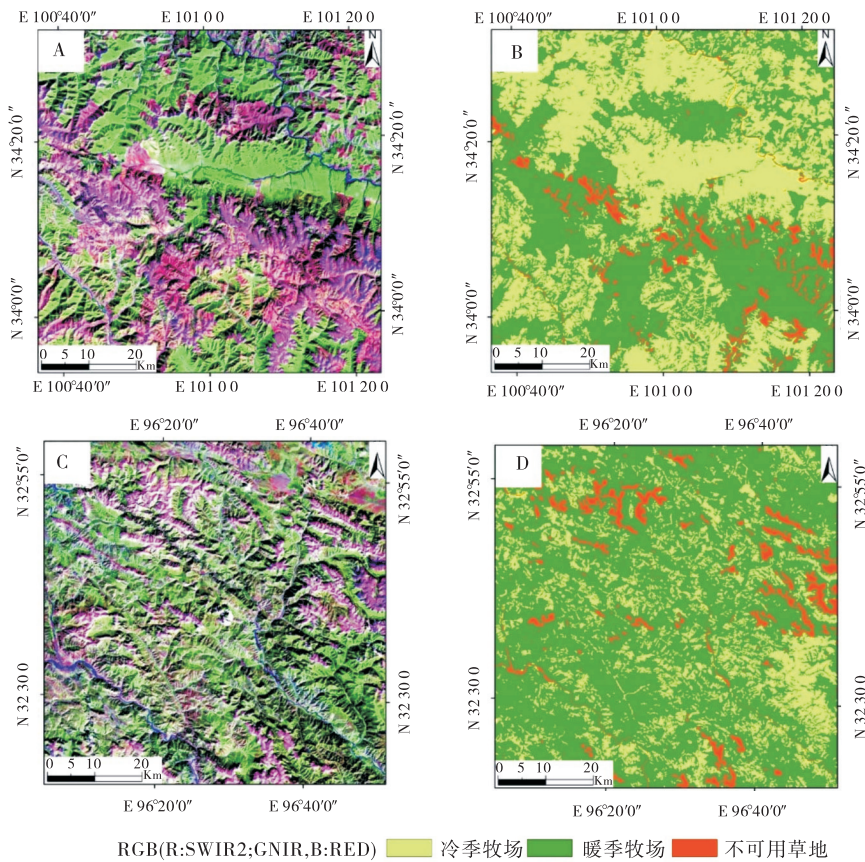


图 4 试验区 Landsat 8 遥感影像及季节牧场识别结果

Fig. 4 Landsat 8 images in study area and identification results of seasonal pasture

注:A和B为高寒草甸及其NBR识别结果;C和D为高寒草原及其NBR识别结果

青藏高原地区两类高寒草地季节牧场的能力依次为 $NBR > CSI > NDMI > NDVI > NBR2$, 利用 NBR 对高寒草甸和高寒草原区的季节牧场的识别精度分别为 98.67% 和 93.33%。

参考文献:

- [1] 姜翠霞, 胡长胜, 魏海燕, 等. 夏季模拟放牧对青藏高原冬春草场牧草品质和土壤养分的影响[J]. 草地学报, 2020, 28(5): 1473—1477.
- [2] 陈全功. 关键场与季节放牧及草地畜牧业的可持续发展[J]. 草业学报, 2005, 14(4): 29—34.
- [3] 张晓玲, 徐田伟, 谭攀柱, 等. 季节放牧对高寒草原植被群落和生物量的影响[J]. 西北农业学报, 2019, 28(10): 1576—1582.
- [4] 李青丰, 齐智鑫. 草畜平衡管理系列研究(4)——草畜平衡计算软件开发[J]. 草业科学, 2012, 29(1): 117—120.
- [5] 徐敏云, 高立杰, 李运起. 草地载畜量研究进展: 参数和计算方法[J]. 草业学报, 2014, 23(4): 311—321.
- [6] 任继周, 王钦, 牟新待, 等. 草原生产流程及草原季节畜牧业[J]. 中国农业科学, 1978(2): 87—92.
- [7] 谭淑豪. 牧业制度变迁对草地退化的影响及其路径[J]. 农业经济问题, 2020(2): 115—125.
- [8] 孙鹏飞, 崔占鸿, 刘书杰, 等. 三江源区不同季节放牧草场天然牧草营养价值评定及载畜量研究[J]. 草业学报, 2015, 24(12): 92—101.
- [9] 唐刘燕, 国慧, 杨振安. 不同放牧模式下青藏高原高寒草甸植被群落和土壤差异[J]. 草业科学, 2021, 38(7): 1209—1217.
- [10] 王平, 王志伟, 张学通, 等. 基于GIS的青海省季节牧场分布研究[J]. 草业科学, 2010, 27(2): 119—128.
- [11] 敖仁其. 草原产权制度变迁与创新[J]. 内蒙古社会科学(汉文版), 2003(4): 116—120.
- [12] 潘霞, 高永, 汪季, 等. 植被指数遥感演化研究进展[J]. 北方园艺, 2018(20): 162—169.
- [13] 沈文娟, 李明诗. 基于长时间序列 Landsat 影像的南方人工林干扰与恢复制图分析[J]. 生态学报, 2017, 37(5): 1438—1449.
- [14] Long T, Zhang Z, He G, *et al.* 30 m resolution global annual burned area mapping based on Landsat Images and Google Earth Engine [J]. Remote Sensing, 2019, 11(5): 489.
- [15] 孙桂芬, 覃先林, 刘树超, 等. 典型植被指数识别火烧迹地潜力分析[J]. 国土资源遥感, 2019, 31(1): 204—211.
- [16] 陆俊, 黄进良, 王立辉, 等. 利用高时空融合数据监测冬小麦收割过程[J]. 遥感信息, 2018, 33(4): 22—27.
- [17] 侯扶江, 杨中艺. 放牧对草地的作用[J]. 生态学报, 2006, 26(1): 244—264.
- [18] 张蕴薇, 韩建国, 李志强. 放牧强度对土壤物理性质的影响[J]. 草地学报, 2002, 10(1): 74—78.
- [19] 王向涛, 张世虎, 陈懂懂, 等. 不同放牧强度下高寒草甸植被特征和土壤养分变化研究[J]. 草地学报, 2010, 18(4): 510—516.
- [20] 张紫薇, 高斌, 林长存, 等. 放牧强度对典型草原6个物种生物量分配格局的影响[J]. 草地学报, 2021, 29(1): 149—155.
- [21] 孙鹏. 三江源区不同退化梯度高寒草原植被高光谱特征研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2018.
- [22] 刘双俞, 张丽, 王翠珍, 等. 基于MODIS数据的青藏高原植被物候变化趋势研究(2000年~2010年)[J]. 遥感信息, 2014, 29(6): 25—30.
- [23] 丁明军, 张懿铨, 孙晓敏, 等. 近10年青藏高原高寒草地物候时空变化特征分析[J]. 科学通报, 2012, 57(33): 3185—3194.
- [24] Cohen W B, Yang Z, Kennedy R. Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 2. TimeSync-Tools for calibration and validation[J]. Remote Sensing of Environment, 2010, 114(12): 2911—2924.
- [25] Liu W, Wang L, Zhou Y, *et al.* A comparison of forest fire burned area indices based on HJ satellite data[J]. Natural Hazards, 2016, 81(2): 971—980.
- [26] Lasaponara R. Estimating spectral separability of satellite derived parameters for burned areas mapping in the Calabria region by using SPOT-Vegetation data[J]. Ecological Modelling, 2006, 196(1—2): 265—270.
- [27] 吴红宝, 高清竹, 干珠扎布, 等. 放牧和模拟增温对藏北高寒草地植物群落特征及生产力的影响[J]. 植物生态学报, 2019, 43(10): 853—862.
- [28] Li L, Fassnacht F E, Storch I, *et al.* Land-use regime shift triggered the recent degradation of alpine pastures in Nyanpo Yutse of the eastern Qinghai-Tibetan Plateau[J]. Landscape Ecology, 2017, 32(11): 2187—2203.

Identification of seasonal pasture in Qinghai-Tibetan Plateau based on five vegetation indices

FANG Pan-fei^{1,2}, WANG Lei-guang³, YU Long², SU Shi-qi³, XU Wei-heng^{3,4},
ZHOU Hua-kun⁵

(1. Faculty of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650233, China; 2. College of Culture and Tourism, Qujing Normal University, Qujing 655011, China; 3. Institute of Big Data and Artificial Intelligence, Southwest Forestry University, Kunming 650233, China; 4. Key Laboratory of National Forestry and Grassland Administration on Forestry and Ecological Big Data, Kunming 650233, China; 5. Qinghai Provincial Key Laboratory of Restoration Ecology in Cold Regions, Northwest Institute of Plateau Biology, Xining 810008, China)

Abstract: The usable area of seasonal pasture (cold and warm) is an important parameter for the calculation of livestock carrying capacity, which has instructive significance for seasonal dynamic management of forage—livestock balance. In this study, five vegetation indices (NBR, CSI, NBR2, NDMI and NDVI) which are sensitive to vegetation disturbance were constructed based on Landsat 8 images to identify the seasonal usable area of the two main alpine grasslands (alpine meadow and alpine steppe) in the Qinghai-Tibet Plateau. The abilities of the five vegetation indices for the identification of seasonal pasture were quantitatively evaluated by separability index M and classification accuracy. The results showed that the spectral differences between cool and warm season pastures were obvious at the end of warm season grazing due to disturbances from gnawing and trampling of grazing livestock. Five vegetation indices distinguished the seasonal pasture of alpine grassland. The M values were all higher than 2.38, and the overall accuracy was higher than 87.33%. The NBR index based on NIR and SWIR2 band was the best vegetation index for the classification of season pastures in alpine grasslands, with the overall accuracy was higher than 93.33%. The Kappa coefficients were all higher than 0.83.

Key words: seasonal pasture; Qinghai-Tibetan Plateau; landsat 8; vegetation index