

高光谱数据在马尾松病虫害等级分类中的应用研究

广西南宁森科林业规划设计有限公司 吴想安

摘要: 虫病是危害马尾松林的主要病害, 发生虫害后会迅速蔓延形成大规模松林灾害, 防治难度大、防治成本高, 因此需要对松林虫害进行等级分类, 高光谱遥感成像技术有着波段连续性好、数据量大、分辨率高、光谱范围小的优势。同时, 高光谱遥感成像技术在植物病虫害严重程度分类方面具有显著优势。基于高光谱数据的病虫害分类预测方法在林业管理中具有良好的应用前景, 本文就高光谱遥感技术在马尾松病虫害等级分类中的应用方法进行了探索和研究。为马尾松病虫害监测水平的提升提供技术支持。

关键词: 高光谱数据; 马尾松; 病虫害

在马尾松病虫害监测方面, 通过用地物光谱仪来获取高光谱数据, 利用光学模型对马尾松病虫害严重程度进行模拟, 这是高光谱数据在马尾松病虫害监测中的应用的主要方法。根据相关的研究表明, 高光谱数据在监测马尾松病虫害中的准确率较高, 能够准确地对病虫害的危害进行等级分类, 在预测率、时间、稳定性方面具有突出优势。在林业管理中, 病虫害的早期预警直接关系到病虫害控制的水平, 高效的、准确的早期预警对于控制病虫害的蔓延有着非常重要的作用, 及时、有效的预警马尾松病虫害的发生是保护森林可持续发展的重要内容。高光谱遥感技术有着较好的光谱敏感性, 能够对植物早期受到病虫害侵害后的状态进行监测, 通过与健康植物进行光谱对比, 找出差异, 为森林病虫害的监测提供了早期预警, 是一种理想型的监测手段。

一、高光谱数据在马尾松病虫害防治中的应用价值

高光谱影像技术、高光谱数据、高光谱分析技术在分析马尾松受病虫害危害前后变化方面具有重要价值, 运用高光谱数据, 观察马尾松受病虫害危害后的严重等级, 通过与原始光谱进行对比, 结合植被指数变化关系, 可以选择马尾松病虫害的最佳敏感波段, 掌握马尾松病虫害的繁衍规律, 这是高光谱遥感技术在马尾松病虫害等级分类中运用的主要原理。在马尾松林管理中, 使用高光谱数据能够帮助监测人员对马尾松健康程度进行分类, 对提高马尾松病虫害的早期预警监测的质量具有重要价值, 能够起到提升预警准确性和可靠性的作用。在应用高光谱数据的同时, 需要结合马尾松病虫害中的相关接种试验数据, 对主要病虫害, 例如松材线虫、松毛虫进行监测, 在取得连续光谱测量数据的基础上, 针对病虫害的生理特征参数进行测定, 确保监测数据的完整性, 高光谱数据分析技术主要用来针对马尾松不同时期的病感进行光谱分析, 找到马尾松病感时的最佳波段, 然后将此波动作为马尾松病虫害等级分类的依据, 最终达到早期诊断马尾松病虫害的效果。不同的病虫害在不同时期对马尾松的危害程度是有差异的, 高光谱数据能够

将这种差异找出, 利用不同时期的病感特征, 提升早期预判马尾松病虫害问题的水平, 使各类病虫害在早期感病阶段能够得到量化, 为构建马尾松病虫害早期预警体系提供数据支持和技术基础, 提升了马尾松病虫害的早期预警的可靠性和准确性, 同时也是林业病虫害早期监测与诊断的重要方法。

二、高光谱数据在马尾松病虫害防治中的应用原理与可行性研究

(一) 应用原理

近年来, 林业技术人员充分发挥光谱仪的应用价值, 通过使用光谱仪对植物的高光谱数据进行抓取, 从而提取植物的各项性质参数, 对植株病虫害进行监测, 这种方法在马尾松病虫害监测方面同样具有应用价值, 高光谱数据在监测森林病虫害方面的价值逐渐得到体现。利用高光谱仪可以观察松树常见病虫害在马尾松冠层的高光谱特征, 使应用回归分析法对冠层光谱进行分析, 结合马尾松的一阶微分光谱参数, 以及马尾松的色素含量, 能够有效的对病害胁迫下马尾松冠层的色素变化情况进行分析。通过分析可以观察到色素含量与一阶微分光谱在红边(695~754nm)内的变化, 与单波段一阶微分光谱741nm区域内的相关性进行对比, 这种用高光谱数据对病害胁迫下马尾松冠层色素含量的定量方法, 在马尾松病虫害早期监测预报方面有着广泛应用。当然, 高光谱数据不仅可以用于测定了马尾松冠层生化参数, 同时也可以对叶片进行高光谱数据抓取, 然后计算相应的叶绿素含量以及含水量等评价指标。通常情况下, 马尾松受到病虫害危害后, 冠层、叶片的光谱反射率呈现变小趋势, 光谱红边出现明显的“双高峰”, 生化参数中的叶绿素、含水量也呈现递减趋势。因此应用这种技术可以对不同马尾松虫害等级进行评定, 将马尾松高光谱数据作为基础数据, 结合其他参数对马尾松冠层、叶片的健康程度进行分析, 将其分为轻度、中度、重度虫害等不同虫害等级, 与光谱反射率、一阶微分光谱特征进行关联, 应用数据模型, 建立虫害等级评价模型。

（二）可行性分析

在使用光谱仪获取马尾松高光谱数据后，结合马尾松冠顶和叶片的叶绿素含量展开相关性分析，通过建立高光谱数据和叶绿素的数学模型，将高光谱数据与植株的叶绿素含量进行对应，以此来演示马尾松的叶绿素含量变化，用来判断冠顶和叶片的病虫害信息，从而达到对病虫害进行监测的目的。当前，手持式光谱仪也能够采集波谱数据，林业管护人员通过对光谱数据和叶绿素含量做相关性分析，可以建立起马尾松叶绿素含量高光谱模型。如 $y=0.291b395+20.172b521+0.758$ ，其中b指的是光谱仪在b波段的反射率，因此可行性分析是高光谱数据在马尾松病虫害等级分类过程中的重要内容。通过叶片光谱、冠顶光谱与叶绿素含量之间的相关性分析，所建立了马尾松叶绿素含量的高光谱模型能够对不同部位的病虫害影响做出判断。这个过程中需要重点关注冠层采样的数据，数据反应的是冠层的健康程度，这点在冠层光谱曲线中有着明确显示，从可见光的波段差异中观察冠层在光谱波段下的健康程度，再将将有差异的光谱进行参数提取，从而构建马尾松叶绿素含量回归模型，利用回归模型与高光谱模型，为马尾松病虫害定量预测提供可靠的数据支持。

三、高光谱数据在马尾松病虫害等级分类中的应用要点

（一）搭建高光谱数据平台

高光谱遥感技术在林业管理中的运用，为马尾松病虫害的提前预警提供了新的路径，这种技术也成为林业部门重要的监测手段，但受到客观因素的限制，卫星遥感很难实现马尾松病虫害的全天候监测需求，并且由于成本因素的影响，很难将其作为马尾松病虫害的主要监测工具。只有在虫害蔓延的情况下，才能作为技术补充，因此提高马尾松病虫害等级分类的效率，需要搭建高光谱数据平台。高光谱数据平台的搭建需要运用到无人机技术，在无人机上搭载光谱相机，能够快速抓取高光谱数据，并且生产遥感影像，这无疑提升了马尾松病虫害早期监测的水平，也使其成为高光谱数据应用的主要趋势。无人机搭载光谱相机的方法相比卫星遥感方法，在成本方面具有突出优势，无人机技术能够重复利用，降低了病虫害监测过程中的诸多风险。

（二）选择分析方法

马尾松赤枯病是马尾松常见的病害之一，可造成马尾松的大面积枯萎。对马尾松赤枯病早期预警需要及时，高光谱遥感技术在马尾松病虫害的监测中发挥了重要作用，主要应用于松材线虫病、马尾松赤枯病的监测。利用高光谱成像技术能够对马尾松赤枯病的病害程度进行分类，这个过程中要根据分类的方法分阶段开展工作，首先要采集马尾松赤枯病感染的马尾松新叶高光

谱图像，然后对高光谱数据与病斑的叶绿素含量进行相关性分析，建立高光谱模型和回归模型，通过分析马尾松赤枯病光谱变化规律，为判断马尾松赤枯病的严重程度提供了分类依据。提升马尾松病害程度分类的效果，还可以对马尾松品种进行抗性评价，运用光谱词袋模型分析方法，可以对马尾松高光谱图像病害程度分类做自动化处理，对于提升马尾松赤枯病严重程度分类效率有着重要参考价值。

（三）选择光谱波段

在马尾松病虫害防治过程中，高光谱遥感数据的应用广泛，高光谱数据在马尾松病虫害等级分类中的应用，主要是针对叶片和冠层进行光谱分析，通过分析光谱对马尾松病虫害进行诊断和监测，随着光谱分析技术的成熟，马尾松病虫害监测的水平也不断提升，基于高光谱数据马尾松松瘤病、松毛虫、线虫病等病害类型的监测效果有了明显提高。通过对这些病虫害的光谱敏感波段进行分析，将其光谱特征进行分类，可以确定马尾松发病症状的严重程度，以此实现对马尾松病虫害的早期预警。例如，运用高光谱数据对松毛虫的检测中，通过在马尾松叶片上采集松毛虫危害区域的反射光谱与一阶微分光谱，与同样位置的对照区光谱特征进行比较，可以发现可见光区波段的反射率明显比对照区的反射率低很多，严重程度越高，近红外光谱的反射率越低，证明松毛虫的危害程度越高。马尾松病虫害高光谱数据的等级分类，需要掌握病虫害对马尾松叶片细胞的影响，由于病虫害的影响，马尾松叶片的色素含量、氮素含量都会发生显著变化，这种变化又会引发叶片光谱的反射率变化。由此可见，高光谱遥感数据在马尾松病虫害等级分类中的运用，重点在于光谱的识别，光谱波段的选择，只有将波段幅宽不断缩小才能提高分类的准确性。

（四）选择数据源

在应用光谱数据的基础上，要针对遥感数据源进行选择，由于遥感数据源有着多样性特点，因此选择合适的的数据源是非常必要的，不同的数据源有着不同的分辨率和光谱数据，实际选择数据源的时候需要结合地面的各项数据，达到优化数据采集过程的目的。数据采集完成后要对数据的图像进行提取，提取时要做好降维和分类，在此技术上开展数据分析。需要强调的是，数学模型的建立是马尾松病虫害光谱数据最快的处理方法，与地面调查方法不同的是，处理高光谱数据，需要运用到专业的图像处理软件，否则会出现处理效率过低，很难在马尾松病虫害监测方面进行推广。构建马尾松病虫害高光谱遥感监测预警模型，要选择具体的病虫害类型，同时也要对某一特定生长期的病虫害等级进行分类，由于变量较多，因此预警监测模型还需要做好限定函数的

处理,例如光谱环境的限定。

四、高光谱数据在马尾松病虫害等级分类中的具体应用

(一) 分析反射光谱特征

在病虫害的胁迫下,马尾松冠层光谱数据与正常状态下的光谱特征是有很大差异的,健康的叶片在受到病虫害胁迫的情况下,叶片的叶绿素含量会有所减少,在没有叶绿素的时候叶片就会枯萎,这个特征在光谱反射率曲线中可以看出。当叶绿素吸收带的光谱反射率增大的时候,受害叶片的健康程度受到影响,与健康叶片相比,其光谱反射率在可见光波段内非常高,在红外波段内则有下降。基于这个理论,想要实现大范围马尾松病虫害等级分类,必须要采集病虫害胁迫下的冠层光谱区域固定波段内的波谱信息,尤其是近红外波段的光谱特征变化信息是高光谱数据采集的关键。通过分析光谱特征,可以使用定量分析法对马尾松的色素、含水量进行分析,从而评价马尾松受病虫害的严重程度。根据相关的研究显示,病虫害严重程度越高,马尾松冠层光谱数据在可见光(400~680nm)范围内的光谱特征变化越明显,在可见光(500~600nm)范围内的病虫害严重度下降,此时处于“绿峰”,在可见光(650~700nm)内,病虫害严重度最低,此时处于“红谷”。波谷的变化显示了病虫害严重等级的交错情况,在635.1~641.4nm范围内,病虫害的影响消失。在病虫害严重度上升的情况下,从红光波段延伸到近红外波段的曲线斜率会放缓,在近红外波段范围内的光谱曲线放缓的情况下,说明马尾松受病虫害的影响较小,在病虫害严重程度下降的情况下,马尾松冠层的反射率呈现变大趋势,意味着马尾松受病虫害的影响较大,近红外波段的反射率越低,马尾松受病虫害的严重程度越高,马尾松针叶内的叶绿素含量越少,细胞结构受到很大的破坏,这是造成近红外波段反射率下降的主要原因。因此,分析反射光谱的过程中,要特别注意红光波段到近红外波段的红边特征,这是对马尾松健康程度进行等级分类的关键。

(二) 分析微分光谱特征

马尾松在受到病虫害影响下,一阶微分光谱有着明显的变化,这种变化是对马尾松病虫害等级进行分类的重要信息基础。通常情况下,马尾松一阶微分光谱的波峰会出现在500~550nm绿边区间内,波峰较为明显,在病虫害严重程度下降的情况下,红边斜率会有明显增加,但与红边波段相比,其敏感特征差异较小。550~600nm绿边区间内出现较小的波峰,意味着病虫害对马尾松的影响程度下降,峰值增长的情况下,在680~780nm的红边会出现双峰,最高是在711.5~724.9nm的红边。在病虫害严重程度增加的情况

下,峰值会出现降低趋势,550~582nm的红边波段内波谷现象较为明显,最严重的病虫害出现在波谷底部。同时,随着马尾松病虫害严重程度的增长,一阶微分光谱的红边斜率会出现明显的降低趋势,红边位置不断向最短的一边移动,此时,光谱出现“红边蓝移”的情况。在微分光谱中,由于高光谱数据有着1024个波段数,在观察这些波段的时候,要找好输入变量,才能准确的分析波段之间的相关性,这是分析微分光谱特征的关键点。

五、结束语

在马尾松冠层的病虫害发生区域,高光谱数据与正常冠层相比,当病虫害侵害后,由可见光到红外波段的光谱变化十分明显,通过对病虫害的影响程度进行等级分类,为防治病虫害提供数据依据,因此用来作为马尾松病虫害早期预警的技术手段具有良好的效果。实践中,通过对马尾松病虫害进行观测,建立数学模型,选择马尾松受不同病虫害胁迫下的敏感光谱谱段,得到不同病虫害影响下的胁迫指数,继而对马尾松不同病虫害的危害等级进行分类,再根据危害等级,对色素含量、病害严重度、虫情指数等相关指标进行定量,这个过程中还可以运用无人机影像技术分析马尾松受病虫害的损失程度。

参考文献:

- [1] 朱雪苗. 高光谱遥感技术在作物病虫害监测中的应用研究[J]. 农业与技术, 2021, 41(18): 67-70.
- [2] 顾泽鑫, 王白娟, 苏文萃, 等. 高光谱无人机遥感影像识别技术在茶园病虫害防治中的应用研究[J]. 2021(2020-12): 61-62.
- [3] 赵洪莹, 舒清杰, 王柯人, 袁梓健, 谭德宏. 高光谱遥感技术在森林病虫害监测中的应用[J]. 绿色科技, 2020(19): 145-148.
- [4] 王浮波, 田宸宇, 李繁廷, 等. 刍议高光谱遥感技术在烟叶生产中的应用前景[J]. 智慧农业导刊, 2021, 1(14): 4-6.
- [5] 卢京, 陈玖英, 李伟, 等. 基于高光谱激光雷达的林木病虫害样本分类研究[J]. 激光与光电子学进展, 2021, 58(16): 511-517.
- [6] 陈希用. 基于机载高光谱图像的病害信息采集与识别研究[J]. 通讯世界, 2021(012): 028.