

基于 HJ-1A/1B CCD 数据的雹灾监测与评价

李娜^{1,2}, 刘焕军^{1,2*}, 黄文江³, 宋戈², 张新乐², 尚倩倩²

(1. 农业部资源遥感与数字农业重点开放实验室, 北京 100081; 2. 东北农业大学资源与环境学院, 哈尔滨 150030;
3. 北京农业信息技术研究中心, 北京 100097)

摘要: 由于雹灾的突发性、灾后影响的显著空间异质性, 雹灾监测与灾后评价的研究相对较少。以黑龙江甘南县典型雹灾为研究对象, 利用 HJ-1A/1B CCD 等遥感影像与地面实测高光谱数据, 进行雹灾遥感监测与评价研究。基于实测光谱数据分析了不同灾害程度农作物的反射光谱特征及植被指数变化; 利用 2 个时相的遥感影像数据, 结合地面调查, 通过对植被指数分级进行雹灾监测与评价, 并结合另一个时相的数据做了验证。结果表明: 不同灾害程度作物的反射光谱特征差异显著; 运用植被指数分级进行雹灾监测是可行的, 基于归一化差分植被指数差值图分级得到的不同雹灾程度范围与实际情况相符, 而基于比值植被指数差值图的分级结果则与实际结果差距较大; 根据雹灾遥感分级结果分析了雹灾空间分布特征。研究结果可对雹灾监测与评价提供理论与技术支持。

关键词: 遥感, 监测, 植被, 雹灾, 甘南县

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2011.05.042

中图分类号: TP79

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2011)-05-0237-07

李娜, 刘焕军, 黄文江, 等. 基于 HJ-1A/1B CCD 数据的雹灾监测与评价[J]. 农业工程学报, 2011, 27(5): 237-243.
Li Na, Liu Huanjun, Huang Wenjiang, et al. Hail monitoring and evaluation by remote sensing based on HJ-1A/1B CCD[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(5): 237-243. (in Chinese with English abstract)

0 引言

由于受病虫害、台风、干旱、水灾和雹灾等多种自然灾害的影响, 全球已有多个国家陷入粮食危机^[1-2]。中国平均每年因各种病虫害引起的粮食损失约 400 亿 kg, 受旱耕地面积占总耕地面积 20%, 粮食总产量平均减少 15%, 严重影响中国的粮食安全^[3-4]。准确、及时地估测由遭受自然灾害造成的产量下降, 是保障国民经济健康发展的关键所在^[5]。传统的农业灾害监测方法主要以田间普查、采样为主^[6], 点源监测主观性强、信息滞后^[7], 很难反映出灾害在空间上的变化情况, 而且预报滞后增加了损失程度^[8]。尤其, 冰雹灾害是由强对流天气系统引起的一种剧烈的气象灾害, 范围小、时间短, 来势猛、强度大, 危害严重^[9-10], 只有快速准确的监测方法, 才能有效监测雹灾影响。近年来, 随着高光谱、高分辨率卫星遥感技术的迅速发展, 已经能够准确、快速地提供各种地面遥感数据^[11-12], 不仅可快速、大面积地监测作物长势情况, 还能从作物的生理特征的细微信息上准确监测

作物种植结构、长势动态、养分状况等信息, 并以此来及时、精确地作出受灾监测、预报和损失评估^[13]。

国内外学者利用遥感技术开展农业灾害监测研究的很多, Liu 等从 MODIS 数据中提出能够反映土壤湿度的温度植被干旱指数 (TVDI), 用于干旱遥感监测研究^[14]。蒋金豹等把不同生育期、不同严重程度条锈病的冬小麦冠层叶绿素密度 (Canopy Chlorophyll Density) 与高光谱指数进行相关性分析, 然后构建反演模型, 由此判断作物长势及监测病害^[15]。竞霞等在遥感因子与黄萎病病情严重程度相关分析基础上, 采用偏最小二乘回归 (PLS) 算法和高分辨率 IKONOS 影像建立棉花黄萎病病情严重度的多变量估测模型, 实现了棉花黄萎病病情严重度的遥感监测^[16]。杨邦杰等根据归一化差分植被指数 (NDVI) 突变的特征, 并考虑到作物的生育期, 提出了实用的遥感冻害监测方法^[17]。莫伟华等基于 EOS/MODIS 数据, 构建改进的归一化差分冰雪指数模型 (MNDSI), 然后通过监督分类方法, 对受灾林区进行遥感监测与灾情分级评估^[18]。已有灾害研究主要是作物病虫害、旱灾或冻害的, 基本没有对雹灾的研究, 并且作物类型多是小麦、水稻或棉花。本文应用 HJ-1A/1B CCD 数据及实地观测玉米和大豆的光谱反射率, 进行冰雹灾害遥感监测研究, 运用多种方法对遥感数据分级以确定雹灾程度和范围。既打破了雹灾遥感监测的空白, 又区别于前人研究的作物类型, 主要研究玉米和大豆。研究成果将为冰雹灾害监测与评价提供理论与技术依据, 为农业保险提供科学数据, 并对防治农业灾害、减少粮食损失、保证黑龙江省乃至全国粮食安全具有重要意义。

收稿日期: 2011-01-02 修订日期: 2011-04-25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40801167; 071346); 农业部资源遥感与数字农业重点开放实验室开放课题 (RDA0906); 黑龙江省普通高等学校青年学术骨干支持计划项目 (1154G45)

作者简介: 李娜 (1986—), 女 (汉族), 河南郑州人, 东北农业大学资源与环境学院, 主要从事农业遥感研究。哈尔滨 东北农业大学资源与环境学院, 150030。Email: yyna36389@yahoo.cn

*通信作者: 刘焕军 (1981—), 男 (汉族), 黑龙江省穆稜人, 东北农业大学资环学院副教授, 博士, 主要研究方向为农业遥感。哈尔滨 东北农业大学资源与环境学院, 150030。Email: huanjunliu@yeah.net

1 材料与方法

1.1 研究区概况

甘南县位于黑龙江省西部,地处大兴安岭南麓,嫩江中游冲击平原右岸, $122^{\circ}54'6''\sim 124^{\circ}28'12''E$, $47^{\circ}35'7''\sim 48^{\circ}32'5''N$,属于风沙半干旱区。全县总人口 37 万人,面积 $4\,792\text{ km}^2$,境内有 5 镇 5 乡 2 个国营农场。盛产玉米、大豆、小麦、水稻等粮食作物和葵花、白瓜、黑瓜、甜菜、

亚麻、云豆等经济作物。是全国商品粮生产基地,素有“鱼米之乡、粮薯之地、大豆之家”的美誉。

2010-07-14 16:43-17:23,甘南县中兴乡所辖繁荣村、前进村、同利村,长山乡所辖四方山村、长新村、长红村、双城村,甘南镇所辖富强村、平安村、边疆村突然遭受冰雹袭击。对甘南县的农业生产造成了重大损失,甚至大面积绝产。(图 1)

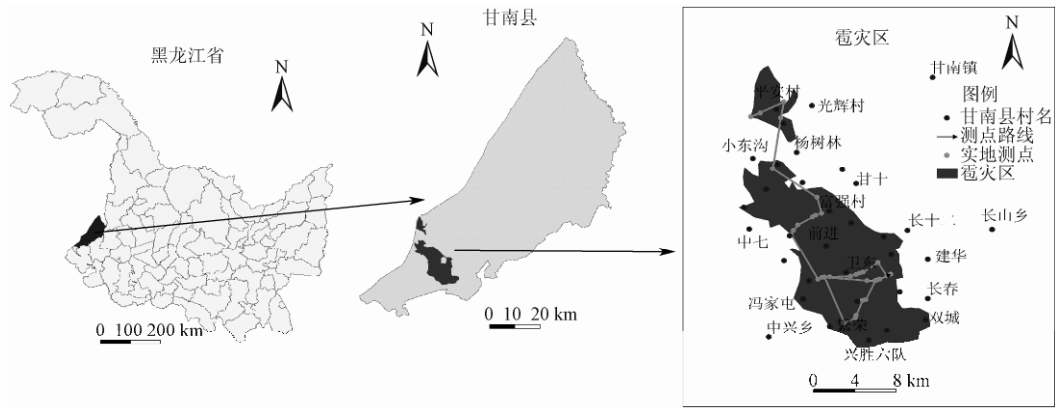


图 1 甘南县及雹灾位置示意图

Fig.1 Location diagram of Gannan county and hail

1.2 数据获取与处理

1.2.1 地面数据观测

于 2010-08-04 在甘南县甘南镇所辖的富强村、平安村等几个受灾村进行了作物光谱测量。采取从北到南,由西向东的路线(图 1),对不同受灾程度区域的作物反射光谱及叶面积指数(LAI)进行数据采集,并利用 GPS 定位采样点的坐标。光谱数据采集使用 ASD FieldSpec 高光谱仪,光谱范围 $350\sim 1\,050\text{ nm}$,视场角 25° ,重采样间隔 1.4 nm 。每个采样点随机选择 3 个测试点,每个测试点测定 4 条光谱反射率曲线,即每个采样点共获取 12 条植被反射率光谱曲线,每次测量前后均用标准的参考板进行校正,算术平均后得到该点实际野外光谱反射率。所有的观测均选择在晴朗无风天气,测量时保持探头垂直向下,与冠层顶相距约 1.5 m 。叶面积指数采集使用 LI-COR 公司生产的 LAI-2200 植被冠层分析仪进行。LAI-2200 冠层分析仪设置 1 个天空光,6 个测量目标值,探头佩带 45° 张角的镜头盖(cap),避免直射光的影响。

1.2.2 影像数据获取

选用 HJ-1A/1B CCD 的 2010-07-13、2010-07-19、2010-08-16 3 景晴空影像数据,数据级别为 L2。

1.2.3 数据预处理

用 ENVI 的 FLAASH 模块对影像进行大气校正。几何精纠正以中国 TM 参考影像数据库为基准,采用 2 次多项式纠正,误差控制在 0.5 个像元之内。

1.3 雹灾监测原理与方法

1.3.1 不同灾害程度作物光谱特征

不同生长条件会使作物生长状况产生差异,从光谱特征上来看,植株遭受灾害胁迫时,其反射光谱曲线会有明显的变化。

作物受雹灾最明显的特征是叶片被打烂或脱落,并伴有少量倒伏,受损的枝叶变黄。受灾越重,其光谱曲线特征越明显(图 2)。在 $350\sim 690\text{ nm}$ 可见光范围内,绝产、重灾的玉米、大豆的光谱反射率分别大于正常生长的玉米和大豆,中度灾害玉米的光谱反射率略高于轻度灾害玉米的光谱反射率;在 $760\sim 900\text{ nm}$ 近红外波段,所有受灾玉米、大豆的光谱反射率都明显小于正常生长作物(图 2 a、b)。即受灾作物的陡坡效应明显削弱,近红外与红波段反射率之间的差异明显小于正常生长作物,并因受灾程度不同而变化不同,受灾越重反射率曲线的陡坡效应越弱。植被指数综合反映了近红外与红波段反射率之间的差异,受灾越重植被指数越小(图 2 c、d)。

以上分析说明:农作物反射光谱特征及植被指数随雹灾灾害程度大小呈现有规律的变化,可以利用植被指数进行农作物雹灾灾害程度分级。

1.3.2 植被指数选取

本研究选用 NDVI、比值植被指数(RVI)及重归一化差分植被指数(RDVI)3 种植被指数。NDVI、RVI 是目前监测绿色植被运用较广泛的植被指数,由于实地观测时发现,受雹灾影响比较严重的地区,作物枝叶被打烂甚至打落而光秃,使得作物叶片相对比较稀疏,于是引入 Roujean 和 Breon et al.提出的 RDVI,它综合了 NDVI 和 DVI 分别对于茂密和稀疏植被敏感的优点^[6]。

1.3.3 研究方法

作物的光谱反射率因灾害程度而异,受灾越重,近红外与红波段反射率之间的差异越小,NDVI、RVI、RDVI 的值越小。因此,可通过分析不同灾害程度作物植被指数的变化情况,分析雹灾的严重程度。

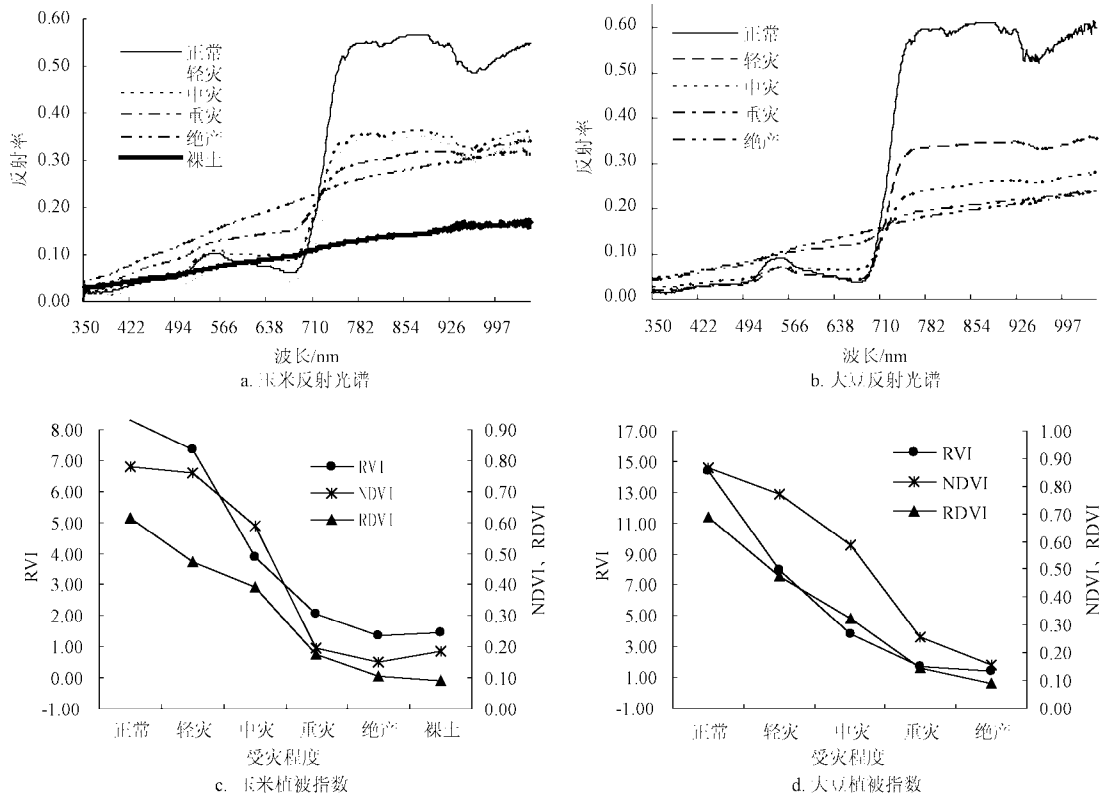


图 2 不同灾害程度的作物反射光谱及植被指数曲线

Fig.2 Spectral reflectance and vegetation index of crops of different degrees of disaster

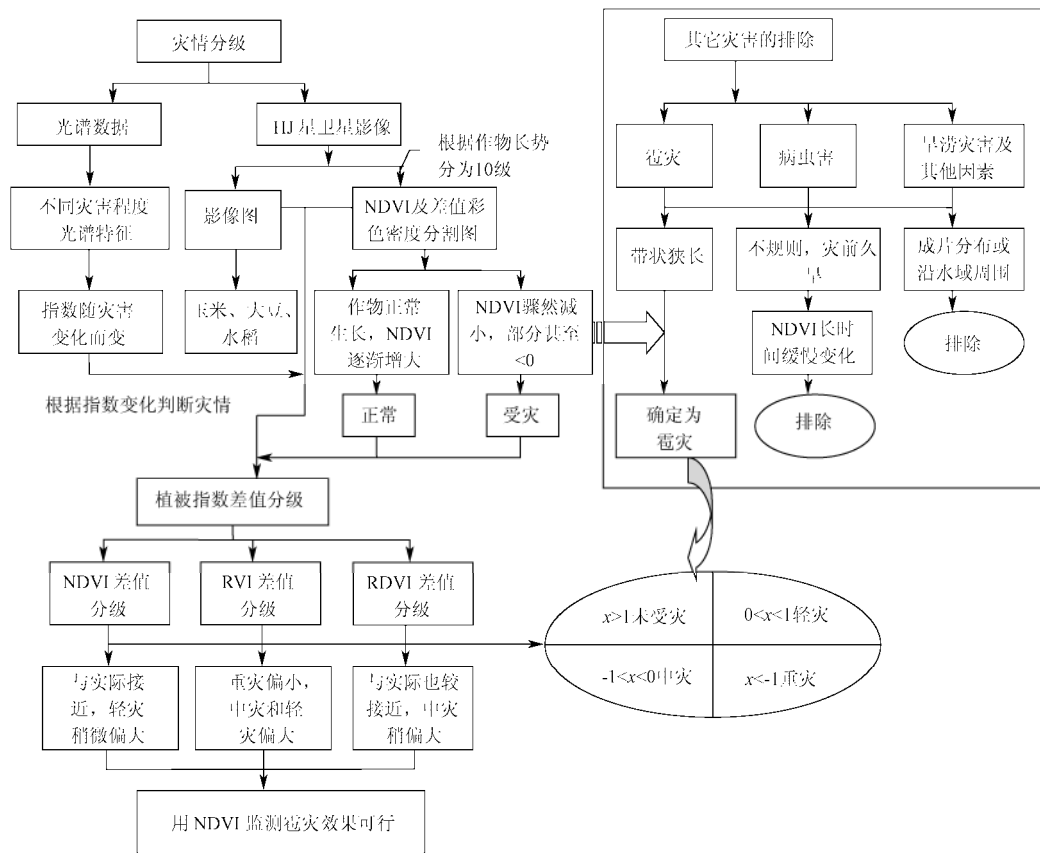


图 3 雹灾监测技术流程图

Fig.3 The schematic of hail monitoring

本文根据 2010-07-13 受灾前和 2010-07-19 受灾后，作物 NDVI、RVI、RDVI 等的差值大小进行分级，反映作物雹灾级别。

另外，为验证雹灾遥感监测的可行性，排除其他灾害及因素的可能性，本文采用如下方法：分析雹灾的空间分布特征，区别不同灾害；并选用 2010-08-16 与 2010-07-13 HI-1A/1B CCD 数据的 NDVI 图进行空间相减运算，认为其 NDVI 属于骤然变化，直接致死或较快恢复，与病虫害的逐渐而缓慢的变化不同。排除其他灾害或因素导致 NDVI 降低的影响。具体技术流程见图 3。

2 结果与分析

2.1 基于植被指数的雹灾程度分级

2.1.1 基于植被指数差值图分级

1) 基于 NDVI 差值图分级

根据对甘南县 HJ-1A/1B CCD RGB-432 波段假彩色

影像（图 4 a、b）解译分析及现场调研，研究区内主要种植作物为玉米、大豆和水稻，另外有很少量的倭瓜和小豆，而雹灾发生区则主要为玉米和大豆。对 2010-07-19 与 2010-07-13 HJ-1A/1B CCD 的 NDVI 数值影像图进行空间相减运算，得到雹灾前后 NDVI 差值图(图 4 c、d、e)。可明显看出，7 月中旬 NDVI 变化迅速，作物处于快速生长状态。除左下角黑框区 NDVI 减小外，NDVI 都明显增大。灾前耕地 NDVI 在 0.35~0.78 之间；灾后黑框区边缘部分 NDVI 仍在 0.35 左右，中间已下降到 0.25 以下，局部 NDVI 甚至已为 0。因此初步判断该黑框区域应该为受灾区域。然后根据图 4 e 并结合实地不同灾害程度测点数据，断定图 4 e 中左下角 NDVI 减小区域为受灾灾范围。而图 4 e 右上角有星星点点的红色是因为 2010-07-19 有絮状积云块的影响，右下角红色部分是因为河流水域覆盖（图 4 b）。最后根据图 4 e 的范围及实地观测点确定出整个灾区的范围和界线。

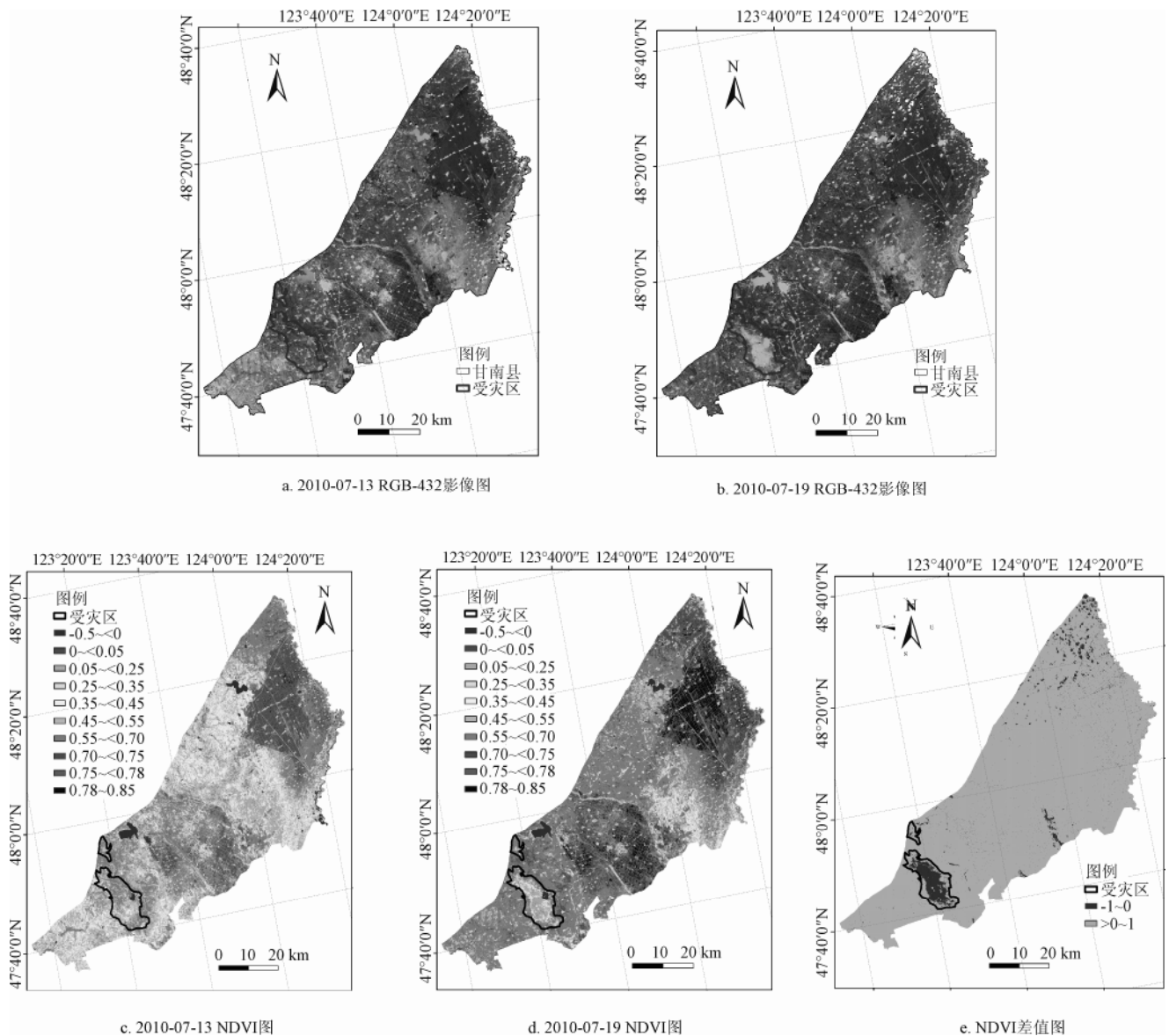


图 4 甘南县 HJ-1A/1B CCD RGB-432、NDVI 及差值图

Fig.4 HJ-1A/1B CCD RGB-432, NDVI and NDVI grading difference map of Gannan county

由于 7 月中旬正值玉米、大豆等的生长旺季，受灾较轻的地区，作物恢复生长较快，其 NDVI 甚至还有稍微的增大，受灾较重的地区作物 NDVI 则显著减小。在灾区附近的非受灾区域选择正常生长着玉米和大豆的 15×15 像元的小区作为对照区。求出对照区所有像元的 NDVI 差值的平均值 $\Delta NDVI_0$ ，作为对照值。再求出灾区作物各像元 NDVI 差值 $\Delta NDVI$ 与 $\Delta NDVI_0$ 的比值，根据比值的大小受灾程度进行分级，按照 $\text{比值} \geq 1$ ， $0 \sim < 1$ ， $\geq -1 \sim < 0$ 及 < -1 ，划分为未受灾区，轻度灾区，中度灾区及重灾区（图 5a）。即按照 $\Delta NDVI \geq 0.1123$ ， $0 \leq \Delta NDVI < 0.1123$ ， $-0.1123 \leq \Delta NDVI < 0$ 及 $\Delta NDVI < -0.1123$ 划分受灾区域。结果发现，轻度受灾面积占总受灾面积的比例为 48.19%，中度和重度受灾比例分别为 21.48% 和 26.87%，此次雹灾危害较重。分级结果的灾区边界与图 4e 显示区域基本吻合。

2) 基于 RVI、RDVI 差值图分级

采用与 NDVI 差值同样的计算方法，分别计算 2010-07-19 与 2010-07-13 的 RVI、RDVI 差值图。用同样的分级方法及步骤，通过 RVI 和 RDVI 对灾区进行受灾程度分级划分（图 5 b、c）。发现通过 RDVI 差值图的分级结果与 NDVI 比较相似，而 RVI 差值图的分级结果与

前两者有很大差别。

将分级之后得出的不同受灾程度的范围与实地观测点及统计数据进行对比分析，认为基于 NDVI 差值图的分级结果重灾区和中度灾区都与实际结果最吻合，轻度灾区稍微偏大，基本与实际情况相符。这是因为 NDVI 综合反映了近红外与红波段反射率之间的差异。根据图 2c、d 可以看出，受灾作物的 NDVI 在减小，又根据作物的受灾而有不同的减小程度，受灾越重 NDVI 越小，作物受灾前后的 NDVI 的差异程度可反映作物是否遭受冰雹灾害及受灾程度。雹灾过后，容易造成地温下降，影响灾区周边作物的正常生长，导致其 NDVI 增长缓慢，还有一些作物由于水分等其他因素的胁迫，也会使其 NDVI 增长减缓。这样会对轻度灾害的分级结果造成影响，使得轻度灾区结果偏大。

基于 RVI 和 RDVI 差值图分级结果与实际情况有所出入。RVI 差值图分级结果得出的重灾区范围明显小于实地观测的重灾区范围，中度灾区 and 轻度灾区结果偏大；RDVI 差值图的分级结果重灾区 and 轻度灾区与整个实地观测结果都比较接近，中度灾区结果稍微偏大。说明使用植被指数分级方法监测雹灾时应用 NDVI 监测效果较优。

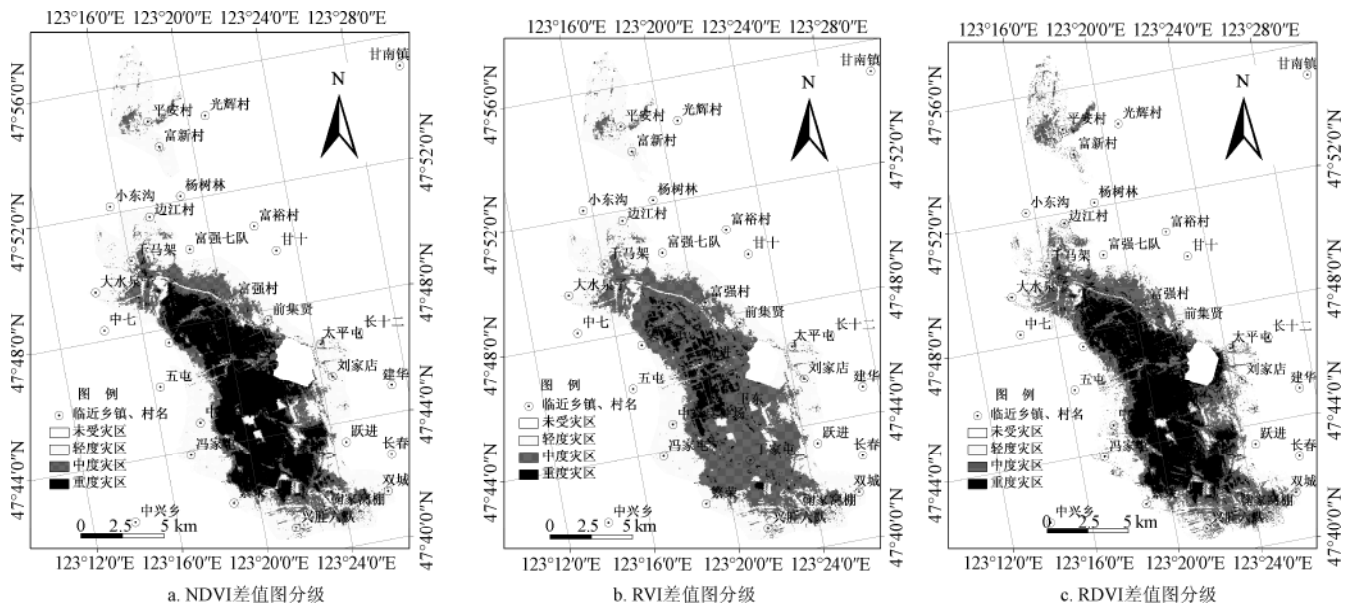


图 5 各种植被指数分级结果示意图
Fig.5 Classification results diagram of each vegetation index

2.2 雹灾空间分布

根据 NDVI 差值图的分级结果分析发现，雹灾的分布范围大致成狭长状，从东南角向西北方向延伸，且受灾程度由中心向两侧逐渐递减，重灾范围集中且面积最小，但危害最大，造成农作物绝产；中等灾害分布于重灾边缘，面积与重灾相差不大，危害仅次于重度灾害，造成大量减产；而轻度灾害就比较分散，分布于整个灾区外缘。这种分布状况与冰雹灾害的形成与作用密切相关。监测结果与冰雹的特征：局地性强，每次冰雹的影响范围一般宽约数 10 m 到的到数 km，长约数百 m 到十

多 km，并时有跳跃现象，民间“雹打一条线”的说法相符。统计分析发现，本次甘南县雹灾累计降雹时间达 40 分钟，雹灾重灾区宽达 5.6 km，长达 15 km，根据冰雹分类（一般按降雹过程中，一般冰雹直径、降雹累计时间、积雹厚度及影响范围将冰雹分为轻雹、中雹、重雹 3 级）认为研究区该次雹灾属于重雹灾。

3 讨论

为与病虫害的缓慢影响区分开来，排除病虫害的可能性，将 2010-08-16 与 2010-07-13 HI-1A/1B CCD 数据的

NDVI 图进行空间相减运算, 得出重灾区的 NDVI 差值有半数以上在 0 以下, 重度灾害发生后作物没再生长, 说明极重灾害已导致作物死亡; 而轻度、中度灾区的 NDVI 差值处于 0 以上, 作物已经慢慢恢复生长, 有些生长良好。由此, 认为此次监测的灾害并非病虫害。因为病虫害的发生特点是缓慢而持续性的, 如若发生病虫害, 其 NDVI 是缓慢的变化, 而不是迅速由正常生长变为严重受灾。另外, 统计数据显示 2010 年度研究区并未发生重大的病虫害, 且一般病虫害不会导致作物严重死亡。所以, 可以排除病虫害导致 NDVI 降低的影响。

图 5 的分级结果能很好的反映出雹灾的这种狭长的带状分布, 并时有跳跃现象的特征。雹灾的特殊分布特点决定了其监测结果与其他灾害的区别, 既不同于洪灾的沿河发生, 由河边向外减弱, 又不同于旱灾、冻灾的大范围、长时期影响。因此, 可以排除其他因素造成 NDVI 增长缓慢的情况, 确定本文监测的 NDVI 降低区应是受雹灾影响区域。

4 结 论

1) 根据作物反射光谱曲线特征可知, 植株遭受灾害胁迫时, 其高光谱曲线近红外反射率明显下降, 即陡坡效应明显削弱或消失; 可见光区的小反射峰位置逐渐向红光区漂移。对遥感影像而言, 色调和饱和度不同, 可利用遥感影像中这些差异程度来判断雹灾发生面积、损害程度。研究结果表明, 通过植被指数分级方法进行雹灾监测, 科学合理, 可操作性强。其中, 基于雹灾发生前后遥感影像的 NDVI 和 RDVI 差值图的分级结果与实际结果比较相符; 基于 RVI 差值图的分级结果不太理想, 与实际结果差距比较大。

2) 本文根据雹灾统计数据、实地观测数据及遥感影像数据, 探讨了利用环境星影像数据的植被指数分级、进行雹灾遥感监测的可行性, 在冰雹灾害的遥感监测上有了新的突破。

3) 根据植被指数的变化情况, 并结合 2010-07-19 与 2010-07-13 的 NDVI 差值大小最终断定雹灾区; 并通过农业灾害的时空特征差异分析, 确定了雹灾遥感监测的可行性与准确性。并初步区分了雹灾与其他灾害在遥感影像反映上的差异, 本文研究成果对于瞒报谎报雹灾的发生具有一定的监督约束作用。

由于本文没有对影像数据进行分类, 受灾区域中包括部分居民点(村庄内有园地, 大多种植大田作物)、树木、部分草地等, 因此本文只是一个初步结果, 主要反映雹灾的空间分布与趋势。更精确的结果, 需要下一步结合多源遥感数据, 建立相关模型对农业雹灾进行量化遥感监测与评价。另外, 还需对多年的整个作物生长期的气象、遥感数据等的深入分析, 才能更好的对雹灾做出预测预报, 这些都需下一步的深入研究。

[参 考 文 献]

- [1] 刘占宇. 水稻主要病虫害胁迫遥感监测研究[D]. 杭州: 浙江大学环境与资源学院, 2008.
- [2] 王春乙, 王石立, 霍治国, 等. 近 10 年来中国主要农业气象灾害监测预警与评估技术研究进展[J]. 气象学报, 2005, 63(5): 659—671.
- Wang Chunyi, Wang Shili, Huo Zhiguo, et al. Progress in research of agro-meteorological disasters in China in recent decade[J]. Acta Meteorologica Sinica, 2005, 63(5): 659—671. (in Chinese with English abstract)
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAO Statistical Databases. Available from World Wide Web: (<http://apps.fao.org>), 2001.
- [4] 周旋. 环境减灾小卫星在安徽淮北区干旱监测中的应用[D]. 北京: 中国地质大学, 2010.
- Zhou Xuan. Study on Drought Monitoring Based on HJ1A、1B Remote Sensing Data-Application in North Anhui Province[D]. China. Beijing: China University of Geosciences, 2010. (in Chinese with English abstract)
- [5] Doraiswamy P C, Hatfield J L, et al. Crop condition and yield simulations using Landsat and MODIS[J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 92: 548—559.
- [6] 冯炼, 吴玮, 陈晓玲, 等. 基于 HJ 卫星 CCD 数据的冬小麦病虫害面积监测[J]. 农业工程学报, 2010, 26(7): 213—219.
- Feng Lian, Wu Wei, Chen Xiaoling, et al. Diseases and insect pests area monitoring for winter wheat based on HJ-CCD imagery[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(7): 213—219. (in Chinese with English abstract)
- [7] 宫彦萍, 黄文江, 王纪华, 等. 集成 GIS 和 RS 技术的作物病虫害监测预报研究进展[J]. 农业工程学报, 2008, 24(增刊 2): 331—336.
- Gong Yanping, Huang Wenjiang, Wang Jihua, et al. Progress and application of integrating GIS and RS technology to monitor and forecast crop diseases and pests[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(Supp.2): 331—336. (in Chinese with English abstract)
- [8] 黄木易, 王纪华, 黄文江, 等. 冬小麦条锈病的光谱特征及遥感监测[J]. 农业工程学报, 2003, 19(6): 154—158.
- Huang Muyi, Wang Jihua, Huang Wenjiang, et al. Hyperspectral character of stripe rust on winter wheat and monitoring by remote sensing[J]. Transactions of the CSAE, 2003, 19(6): 154—158. (in Chinese with English abstract)
- [9] 龙余良, 金勇根, 刘志萍, 等. 江西省冰雹气候特征及冰雹灾害研究[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(1): 53—57.
- Long Yuliang, Jin Yongge, Liu Zhiping, et al. Climatic character and disaster of hail in Jiangxi Province[J]. Journal of Natural Disasters, 2009, 18(1): 53—57. (in Chinese with English abstract)
- [10] 陶云, 段旭, 杨明珠. 云南冰雹的时空分布特征及其气候成因初探[J]. 南京气象学院学报, 2002, 25(6): 837—842.
- Tao Yun, Duan Xu, Yang Mingzhu. Study on spatial/temporal distribution and climate causes of hail formation in yunnan[J]. Journal of Nanjing Institute of Meteorology, 2002, 25(6): 837—842. (in Chinese with English abstract)

- [11] 姚云军, 秦其明, 张自力, 等. 高光谱技术在农业遥感中的应用研究进展[J]. 农业工程学报, 2008, 24(7): 301—306.
Yao Yunjun, Qin Qiming, Zhang Zili, et al. Research progress of hyperspectral technology applied in agricultural remote sensing[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(7): 301—306. (in Chinese with English abstract)
- [12] 李波, 刘占宇, 黄敬峰, 等. 基于 PCA 和 PNN 的水稻病虫害高光谱识别[J]. 农业工程学报, 2009, 25(9): 143—147.
Li Bo, Liu Zhanyu, Huang Jingfeng, et al. Hyperspectral identification of rice diseases and pests based on principal component analysis and probabilistic neural network[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(9): 143—147. (in Chinese with English abstract)
- [13] 刘良云, 宋晓宇, 李存军, 等. 冬小麦病害与产量损失的多时相遥感监测[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 137—143.
Liu Liangyun, Song Xiaoyu, Li Cunjun, et al. Monitoring and evaluation of the diseases of and yield winter wheat from multi-temporal remotely-sensed data[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(1): 137—143. (in Chinese with English abstract)
- [14] Liu Z B, Shi X Z, Eric Warner, et al. Relationship between oriental migratory locust plague and soil moisture extracted from MODIS data[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2008, 10: 84—91.
- [15] 蒋金豹, 陈云浩, 黄文江. 用高光谱微分指数估测条锈病胁迫下小麦冠层叶绿素密度[J]. 光谱学与光谱分析, 2010, 30(8): 2243—2247.
Jiang Jinbao, Chen Yunhao, Huang Wenjiang. Using hyperspectral remote sensing to estimate canopy chlorophyll density of wheat under yellow rust stress[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2010, 30(8): 2243—2247. (in Chinese with English abstract)
- [16] 竞霞, 黄文江, 琚存勇, 等. 基于 PLS 算法的棉花黄萎病高空间分辨率遥感监测[J]. 农业工程学报, 2010, 26(8): 229—235.
Jing Xia, Huang Wenjiang, Ju Cunyong, et al. Remote sensing monitoring severity level of cotton verticillium wilt based on partial least squares regressive analysis[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(8): 229—235. (in Chinese with English abstract)
- [17] 杨邦杰, 王茂新, 裴志远. 冬小麦冻害遥感监测[J]. 农业工程学报, 2002, 18(2): 136—140.
Yang Bangjie, Wang Maoxin, Pei Zhiyuan. Monitoring freeze injury to winter wheat using remote sensing[J]. Transactions of the CSAE, 2002, 18(2): 136—140. (in Chinese with English abstract)
- [18] 莫伟华, 王君华, 钟仕全, 等. 基于 MODIS 的冰雪遥感灾害监测与评估技术[J]. 林业科学, 2009, 45(10): 88—93.
Mo Weihua, Wang Junhua, Zhong Shiquan, et al. Techniques for monitoring and evaluating the snow and ice disaster based on MODIS model[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2009, 45(10): 88—93. (in Chinese with English abstract)

Hail monitoring and evaluation by remote sensing based on HJ-1A/1B CCD

Li Na^{1,2}, Liu Huanjun^{1,2*}, Huang Wenjiang³, Song Ge², Zhang Xinle², Shang Qianqian²

(1. Key Laboratory of Resources Remote Sensing & Digital Agriculture, Ministry of Agriculture, Beijing, 100081, China;

2. College of Resources and Environmental Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;

3. Beijing Research Center For Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China)

Abstract: Because of the burstiness of the hail and the significant spatial heterogeneity of post-disaster impact, there are relatively fewer studies about hail monitoring and post-disaster evaluation. The typical hail in Gannan county of Heilongjiang province was selected as the study area, remote sensing images of HJ-1A/1B CCD and ground-measured hyperspectral reflectance data were used to carry on hail monitoring and post-disaster evaluation. This paper analyzed the reflection spectral characteristics and vegetation index of crops in different hail disasters extends based on measured spectral data. Hail monitoring and evaluation were conducted by vegetation index classification and ground investigation, using remote sensing image data of two time phases, and then the validation was made with the data of another phase. The results showed that the spectral reflectance characteristics of crops with different disaster degrees were significantly different; It was feasible to carry on hail monitoring by vegetation index classification; The different hail degree range got by NDVI difference value drawings of the RVI appeared coincident with the actual situation; spatial distribution characteristics are analyzed according to remote sensing classification results. The results can provide theoretical and technical support for hail monitoring and evaluation.

Key words: remote sensing, monitoring, vegetation, hail, Gannan county