

冰雹灾害的卫星遥感监测方法初探

刘志明¹ 晏明² 李铁强¹ 何艳芬³

(1. 吉林省农业区划研究所, 长春 130062; 2. 吉林省气象科学研究所;

3. 中国科学院东北地理与农业生态研究所)

提 要

利用气象卫星遥感资料,对发生的冰雹灾害进行监测,对其原理和方法进行探讨。通过对1998年以来发生的冰雹灾害的个例分析,证明此项技术是可行的。依据受冰雹灾害后,植被指数的降低来检测受灾的区域,确定受灾的程度。在作物不同的生育阶段,选择不同类型的植被指数。受气象卫星分辨率的限制,对于受灾较轻和受灾范围较小的区域不易被分辨出来。对受灾较重的区域,可以确定出灾害的损失程度。

关键词: 冰雹灾害 监测 遥感

引 言

中国是世界上冰雹灾害最严重的国家之一,每年因冰雹造成的直接经济损失达20~30亿元,受灾面积可达600多万公顷^[1]。与干旱、洪涝等其它气象灾害相比,冰雹灾害虽然范围小,持续时间短,但突发性强,破坏性大,因此已引起了政府和学者们的高度重视。目前,在有关冰雹机制、人工防雹、冰雹过程、冰雹预报及冰雹区域分析等方面有许多研究^[2~6],但对冰雹成灾及其时空动态方面的研究比较少,也就是说有关冰雹致灾的研究较多,而在冰雹成灾方面的研究还比较少,特别是在冰雹灾害的灾情调查与评估等方面的研究比较薄弱。

由于遥感技术独具的优势和潜力以及对减灾活动产生的明显社会效益,长期以来受到世界各国和国际组织的极大关注。在这个领域中,美国处于领先地位,他们在20世纪70年代末期推行的一项农业发展计划中,利用遥感技术对大气圈中包括冰雹在内的几种主要灾害进行监测评估。充分利用对地观测卫星、全球定位卫星和通讯卫星的能

力,把遥感遥测、数据处理、对地定位、传输数据、应用模型、信息系统等多种科学技术综合在一起,具有实时、机动、准确的特点,代表了当今灾害遥感的前沿水平。希腊于1984年执行一项国家防雹计划(NHSP),其中遥感技术在这一计划中发挥着重要作用。我国山东师范大学与中国人民保险公司山东分公司与1990年建立棉田雹灾保险遥感监测理赔系统,取得较好的效果^[7]。本研究采用遥感技术对发生的冰雹灾害进行监测,评估灾害损失。科学的确定灾害发生的面积和程度,一方面可以帮助分析灾害的成因,总结灾害发生的规律,另外,对于科学的评估防雹效果,将是很有意义的。

1 冰雹灾害的遥感监测原理

降雹是局地范围的天气现象,持续时间较短,多在10分钟左右。其危害的范围虽然不大,但破坏性大。春季的雹灾可以使幼苗夭折,夏季可使茁壮的禾苗枝叶秃光,而秋季会使丰收在望的庄稼毁于一旦。冰雹灾害发生后,会使作物的叶面积锐减,这样,通过对卫星遥感数据的处理,获取受雹灾区域在雹

灾发生前后植被指数,便可以检测雹灾造成的损失。这是冰雹灾害遥感监测的理论基础。

1.1 地面物体电磁波辐射特性

物体都具有反射、吸收、透射和自身发射电磁波的特性。NOAA/AVHRR 的 CH1 和 CH2 的传感器接收的是地物反射太阳的辐射;而 AVHRR 的 CH4 和 CH5 通道传感器接收的是地物体自身发射的电磁波。

在任何情况下,地物体反射、吸收、透射电磁波的过程总量必等于入射量。所以反射率、吸收率和透射率之和等于 1。遥感传感器接收的地物反射光谱实际上即表征地物界面反射太阳光谱的情况,这个界面可能是一层,也可能是多层介质的。如植被冠层,既可能是单层叶片的,也可能是多层叶片的反射率,还可能是植被冠层与背景土壤、背景水体的综合反射特征。地物体的反射率是波长的函数。一般情况下地物体的光谱特性可归纳为三种类型:水体型、植被型和岩土型,其特性曲线见图 1。显然这三种地物体在 AVHRR 的 CH₁、CH₂ 波段具有最大的光谱离散度。因此应用这些波段数据可以准确地提取植被信息。

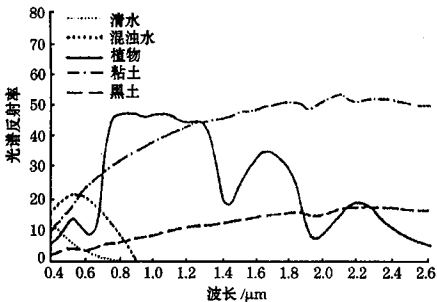


图 1 几种典型地物的光谱反射率曲线 (引自文献[7])

1.2 植物的光谱特征

植物的光谱特征可使其在遥感影像上有效地确定植被的分布、类型和长势等信息。近红外波段,叶片的反射率随叶片层数的增加而增高(如图 2)。单层叶片的反射率约 50%,6 层叶片达 80%,这表明叶面积指数与近红外波段反射率具有很好的相关性,利用这一特性可以监视植物长势,探测叶面积指

数。在红光波段,叶片的反射率随叶绿素的衰退而升高,利用这一特性可以监视植物的叶绿素含量。当植物叶片由绿色变黄或变红时,其在近红外波段的反射率会降低,而在红光波段的反射率会升高。当植物遭受冰雹袭击后,往往会使枝叶受损,甚至秃光,并且受损的枝叶会变黄。因此,受冰雹灾害植物的反射率会发生相应的改变。

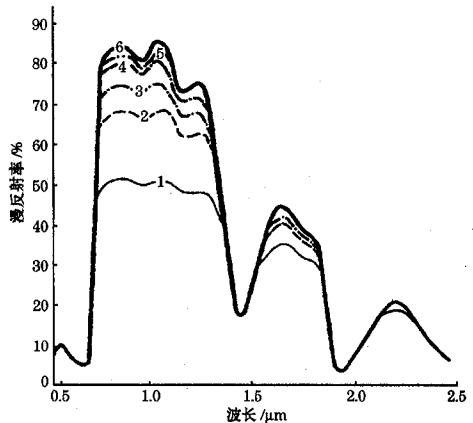


图 2 多层叶片的近红外反射特性 (引自文献[8])

2 研究方法

2.1 资料

冰雹灾害资料源自各气象台(站)上报的灾情报告,共搜集 1998 年以来的 8 次有记录的雹灾信息。遥感资料主要选取受灾区域内灾前和灾后或同一区域内往年同期的资料。雹灾资料及卫星遥感资料的选择使用情况见表 1。

表 1 分析研究用的雹灾及卫星遥感资料样本

序号	雹灾资料			卫星资料	
	年度	日期	县(市)	日期	
1	1998	5月26日	梨树	1998年5月25日、1998年5月31日	
2	1998	5月26日	公主岭	1998年5月25日、1998年5月31日	
3	1998	6月14日	扶余	1998年6月6日、1998年6月25日	
4	1998	6月20日	榆树	1998年6月25日、1997年6月28日	
5	1998	6月28日	通榆	1998年6月25日、1998年6月29日	
6	1998	9月2日	德惠	1998年9月8日、1997年9月3日	
7	1999	6月3日	德惠	1999年6月13日、2000年6月17日	
8	2000	5月21日	洮南	2000年6月3日、1999年6月4日	

2.2 植被指数分析

遥感植被指数的涵义是植物体综合情况的遥感量度,它尤其与像元内的叶面积指数、叶绿素浓度密切相关。利用植物、土壤、水体

在近红外波段和红光波段明显的辐射差异,进行波段间线性组合,以突出植物的生长信息,可得到多种植被指数。常用的有:归一化植被指数(NDVI)、差值植被指数(DVI)、比值植被指数(RVI)、双差植被指数(DDVI)、绿度植被指数(GVI)、垂直植被指数(PVI)、土壤调节植被指数(SAVI)等。本研究中主要应用归一化植被指数和比值植被指数。其定义为:

归一化植被指数(NDVI): $NDVI = (IR - R) / (IR + R)$

在 NOAA 卫星中 $NDVI = (CH_2 - CH_1) / (CH_2 + CH_1)$

NDVI 的特点是提高植被对土壤背景、水体背景的识别能力,同时削弱大气散射的影响。当植被覆盖度小于 15% 时,植被 NDVI 值大于背景值;当植被覆盖度为 15% ~ 80% 时,NDVI 随着植被量呈线性增加;当植被覆盖度大于 80% 时,NDVI 对植被检测的灵敏度下降。

比值植被指数(RVI): $RVI = IR/R$

在 NOAA 卫星中 $RVI = CH_2/CH_1$

当植被覆盖度大于 50% 时,RVI 对植被十分敏感,与叶面积指数和叶绿素浓度的相关性极好,但对低覆盖植被的状况下,RVI 不能很好地识别植物密度差异,因而 RVI 更适合应用于植被发展高度旺盛、具有高覆盖度的植被监测中。RVI 对大气状况十分敏感。

基于上述情况,根据吉林省主要农作物的生长发育期,确定 7 月 15 日前采用 NDVI,7 月 15 日后采用 RVI。

2.3 雹灾的遥感监测

对表 1 中所选的 8 次雹灾,利用前述的气象卫星遥感植被指数分析法,分别依所选时次做出植被指数图。雹灾的发生区域,在 NDVI 图上均有反映,表现出植被指数降低。利用卫星遥感监测的雹灾发生区域分布见表 2。

2.4 雹灾损失的评估

由图 2 可知,在近红外波段植物叶片的反射率随叶片的层数增加而增高,当植物遭

表 2 卫星遥感监测的雹灾发生区域分布

序号	年度	日期	县(市)	位置
1	1998	5月26日	梨树	孤家子、沈洋、
2	1998	5月26日	公主岭	杨大城子、双城堡、毛城子、玻璃城
3	1998	6月14日	扶余	长春岭、四马架、徐家店、伊家店、社里、增盛
4	1998	6月20日	榆树	土桥、十四户、新立、青顶、保寿、谢家、黑林
5	1998	6月28日	通榆	新华、新发、团结、乌兰花、边昭
6	1998	9月2日	德惠	岔路口、五台、松花江
7	1999	6月3日	德惠	万宝、米沙子、三胜
8	2000	5月21日	洮南	黑水、安定、向阳、幸福、洮府

冰雹袭击后,叶片被打落或梳成条状,致使其近红外波段反射率降低,因而必然会使植被指数值变小。利用雹灾前期或历年同期同一地区的植被指数与灾后的植被指数做差值,可得到受灾区域植被指数因灾变化分布。经实地考察,可确定出灾害的等级,进而对雹灾损失做出评估。图 3 给出冰雹灾害遥感监测流程图。

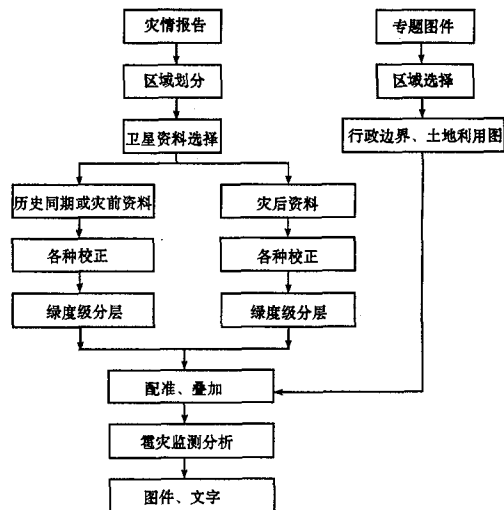


图 3 冰雹灾害遥感监测流程图

以 1998 年 6 月 20 日榆树市的一次冰雹灾害为例,利用卫星遥感进行灾情评估分析。据榆树市气象局的灾情报告:1998 年 6 月 20 日 16:30,受局部强对流天气影响,榆树市南卡岔河片的部分乡(镇)遭受了冰雹的袭击,冰雹最大直径 50 ~ 60mm,持续时间 20 分钟,灾害给各类作物、牲畜、房屋和人员造成不同程度的伤害。对这次冰雹灾害的分析,选用灾后 5 天的 1998 年 6 月 25 日和 1997 年 6 月 28 日的同一区域的资料。在处理后的 1998 年 6 月 25 日遥感图像上,可明显看

出受雹灾区域是植被指数的低值区。但此时还无法判定这些低值均是由雹灾影响所形成的。利用1997年6月28日与1998年6月25日的植被指数图做差值(图4),则可有效地排除非雹灾影响而造成的区域内的植被指数的低值,这种低值可能是由于它本身就是植被覆盖较小的区域或其它灾害造成的。在1997年和1998年的植被指数差值图上,确定降1个等级为受灾,降2个等级为成灾,降3个等级为严重受灾。由此确定此次冰雹灾害造成的受灾面积为 $23.7 \times 10^4 \text{hm}^2$,其中成灾面积 $7.7 \times 10^4 \text{hm}^2$,重灾面积 9190hm^2 。与当地调查上报的灾情比较,重灾面积(绝收)误差最小,仅为4%,受灾面积误差最大,为18.7%,小于调查的灾情数字。

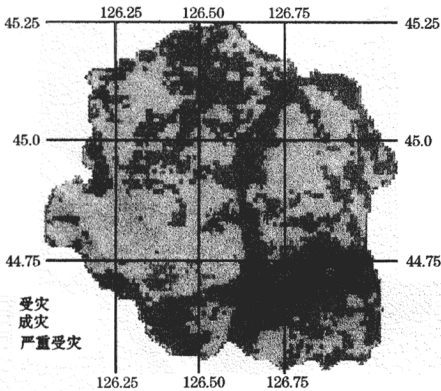


图4 吉林省榆树市冰雹灾害遥感监测图

3 结 语

经过对1998年以来几次冰雹灾害发生的个例分析,利用气象卫星遥感技术对冰雹

灾害进行监测,并对其损失状况进行评估是可行的。但由于利用遥感监测冰雹灾害是以雹灾对植物造成破坏,而使植物的叶、茎、根等受到伤害引起植物光谱的改变来实现的。因而,对于一些雹灾破坏不严重的,利用遥感方法不易监测到。由于气象卫星分辨率的限制,受灾范围较小的区域也很难分辨出来。雹灾发生后,枝、叶被冰雹打落在地,在利用卫星遥感监测时,选择雹灾发生二天以后,打落的枝、叶颜色已发生改变时的资料进行分析效果更好。

利用气象卫星遥感技术进行冰雹灾害监测和灾情评估,是一项全新的工作。本文的研究只是初步结果,随着应用的不断深入,也将提出新的问题,这些将有待在今后的工作中完善、提高。

参考文献

- 1 张塞,范宝俊主编.中国灾情报告(1949~1995).北京:统计出版社,1995.
- 2 张养才,何维勋,李世奎.中国农业气象灾害概论.北京:气象出版社,1991:440~469.
- 3 王昂生.冰雹灾害及人工防雹研究.地球科学进展.1990,5(3):315~319.
- 4 郭恩铭.一次降雹过程的分析.气象.1990,16(11):45~48.
- 5 苏福庆,曲金枝.我国冰雹天气及预报研究进展.气象科技.1984,(3):17~21.
- 6 姜文明,李新运.棉田雹灾保险遥感监测理赔系统的建立与应用实验.环境遥感.1994,9(4):263~270.
- 7 陈述彭主编.遥感大词典.北京:科学出版社,1990:32~33.
- 8 梅安新,彭望禄,秦其明等.遥感概论.北京:高等教育出版社,2001:242~243.

Survey of Hail Disaster with Satellite Remote Sensing

Liu Zhiming¹ Yan Ming² Li Tieqiang¹ He Yanfen³

(1. Jilin Institute of Agricultural Divisions, Changchun 130062; 2. Jilin Institute of Meteorological Sciences;
3. Northern Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

With NOAA-AVHRR imagery, an approach to survey the hail disaster is made. The technique is examined through the study on the hail disasters from 1998 to 2000. The vegetation indexes will decrease after a hail disaster, so the area and the degree suffer for the hail disaster can be identified with vegetation indexes. It must be pointed out that in the different growing periods, different vegetation index will be selected. Although constrained by the resolution of the satellite imagery, it is not easy to identify the light hail disaster area and the very small ones, it is still feasible to identify the stricken degree in the heavily hail disaster.

Key Words: hail disaster survey remote sensing