

# 基于 MODIS 的 2011 年泰国洪涝受灾信息提取与分析<sup>\*</sup>

孔凡明<sup>1,2</sup>, 蒋卫国<sup>1,2</sup>, 李 京<sup>1,2</sup>, 袁丽华<sup>1,2</sup>, 陈 曦<sup>1,2</sup>, 郭 君<sup>1,2</sup>

(1. 北京师范大学 地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875; 2. 北京师范大学  
环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875)

**摘 要:** 以 MODIS 反射率产品为数据源, 分别采用 *NDVI* 法、谱间关系算法和水体指数法估算 2011 年 11 月 2 - 9 日泰国洪涝的受灾区域, 并结合 MODIS 土地覆盖类型产品进行受灾区域分析。研究表明: 采用改进的归一化水体指数提取泰国洪涝受灾区域准确性最高; 作物是泰国受灾区域中面积最大的土地覆盖类型, 达到了 36.360%, 主要分布在曼谷周边的中部地区, 也是泰国最主要的作物分布区; MODIS 数据用于提取洪涝受灾区域准确性较高, 且具有较高的时间分辨率, 可以在洪涝灾害中有效应用, 迅速进行灾情评估。

**关键词:** MODIS; 泰国; 洪涝灾害; MNDWI

**中图分类号:** P315.9; X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2013)02-0095-05

由于人类活动广泛影响, 气候与环境变化日趋加剧, 全球气候异常更加明显, 气候变化严重威胁了自然生态和社会经济。因气象原因, 水位异常升高, 冲破堤岸, 田地、房屋受灾, 人畜被淹死并引发疾病等自然灾害现象就是洪涝灾害<sup>[1]</sup>。

对洪涝灾害的发生范围、变化情况进行实时监控, 获取及时、客观、准确的洪涝灾情信息, 是抗灾救灾工作中必不可少的重要环节。遥感卫星具有较高的空间分辨率, 应用遥感技术对不同时段的卫星数据融合处理, 综合利用各自优势, 客观、清晰地反映出洪灾态势, 可以全天时、全天候对洪水进行预报、监测和灾后损失评估, 为防灾救灾决策提供准确详细的区域背景状况和灾情信息<sup>[2]</sup>。1983 年, 水利部遥感技术应用中心采用 TM 影像调查了发生于三江平原挠力河的洪水, 成功获取受淹面积和河道变化的信息<sup>[3]</sup>。1998 年长江、嫩江流域发生特大洪水, 我国利用遥感技术进行了多次灾害损失与过程监测, 准确计算了受灾面积及灾害损失<sup>[3]</sup>; 2008 年汶川地震后, 运用多源遥感数据调查了地震形成的堰塞湖数量及其空间分布规律, 重点对唐家山堰塞湖进行了动态跟踪监测, 为堰塞湖的科学处置提供了依据<sup>[4]</sup>。黄永璘等利用 FY-3A/MERSI 数据进行典型地物的光谱分析, 选择 NDWI 指数对 2008 年 10 月南宁市发生的洪涝灾害进行监测<sup>[5]</sup>。段萍利用 TM 影像在目视解译基础上对鄱阳湖地区提取水域边界, 判断洪涝受灾区<sup>[2]</sup>。周红妹等对 NOAA/AVHRR 图像资

料采用模糊非监督分类、比值、归一化植被指数方法对洪涝信息进行分析处理, 确定受灾范围<sup>[6]</sup>。纪瑞鹏等利用 TM 资料空间分辨率高的特点, 对 NOAA/AVHRR 资料监测洪涝精度进行订正分析<sup>[7]</sup>。蒋卫国以热带雨林地区马来西亚吉兰丹州为例, 在地理信息系统技术(GIS)和模糊数学法的支持下, 建立了基于 GIS 的模糊综合评价模型, 对洪水灾害人口风险进行了评价与分析<sup>[8-9]</sup>。薛晓萍等基于乡镇气象资料历史序列的构建, 利用 AHP 决策分析法和加权综合评价法, 结合 GIS 空间分析技术, 对山东省淄博市临淄区洪涝风险进行评估与区划<sup>[10]</sup>。马国斌等基于自然灾害风险理论, 借助 GIS 空间分析功能, 采用归一化和层次分析法, 对中国全国范围尺度进行短时洪涝灾害危险性评估<sup>[11-12]</sup>。李明等针对洪涝、地震等灾害, 在城郊设防水平较低的地区, 采用 UAV 影像快速拼接技术, 很好地消除了“融合鬼影”现象<sup>[13]</sup>。遥感技术现在被越来越多地应用到灾害的监测与评估中, 成为抗灾减灾工作必不可少的技术支撑手段<sup>[14-16]</sup>。

现有研究多是基于 TM 或 AVHRR 数据进行洪涝灾害的风险评估及监测研究, 这些数据大都时间分辨率较低, 而对于洪涝灾害而言, 需要较快进行洪涝灾害的判断和分析, 要求较高的时间分辨率, 以便进行灾害应急响应, MODIS 数据具有较好的时间分辨率, 可以较好地洪涝灾害的应急响应提供服务。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2012-09-05 修回日期: 2012-10-31

基金项目: 国家自然科学基金(41171318, 41001160); 中央高校基本科研业务费专项资金资助

作者介绍: 孔凡明(1986-), 男, 山东曲阜人, 硕士研究生, 主要从事湿地生态及环境遥感. E-mail: kfm@bnu.edu.cn

通讯作者: 蒋卫国(1976-), 男, 湖南衡阳人, 博士, 副教授, 主要从事洪水灾害及湿地生态环境遥感监测与评价研究.

E-mail: jiangweiguo@bnu.edu.cn

## 1 研究区域概况

泰国(The Kingdom of Thailand)位于亚洲中南半岛中南部,地处 $5^{\circ}37' \sim 20^{\circ}27'N$ 和 $97^{\circ}22' \sim 105^{\circ}37'E$ 之间。

2011年7月泰国因连续暴雨而引发洪涝灾害,至少造成366人死亡,两百万人受洪涝影响。10月底,水灾灾情恶化,洪涝涌入曼谷北部;11月,首都曼谷一片汪洋,截至11月6日,受灾人数超过210万,被淹土地160万 $hm^2$ ;12月份,灾后的曼谷仍一片狼藉,截止到12月14日,泰国洪涝灾害受影响人数达到492万多人,死亡708人。

本研究主要是利用8 d合成的250 m分辨率的MODIS反射率,使用不同的方法提取受灾水体的范围,来探究泰国洪涝的影响范围,确定最为精确的提取方法,并对获取的洪涝范围结合土地覆盖类型数据进行分析,为政府防灾减灾决策提供科学依据。

## 2 研究数据介绍

MODIS(Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer,中分辨率成像光谱仪)是地球观测系统(EOS)第一颗极地轨道环境遥感卫星TERRA上搭载的5个对地观测传感器之一。MODIS发射率、植被指数和土地覆盖类型产品是MODIS探测仪的一个在轨产品<sup>[3,17-18]</sup>。

本文所用到的MODIS数据来源于NASA的陆地过程分布式数据档案中心,分别是8 d合成的500 m分辨率的反射率产品数据年度的MODIS土地覆盖类型产品数据,数据存储格式为HDF-EOS格式。在ENVI软件的支持下,数据的投影格式转换为WGS84经纬度。MODIS土地覆盖类型产品数据包含5种不同的土地覆盖分类体系,分别是国际地圈生物圈计划(IGBP)全球植被分类方案、马里兰大学(UMD)植被分类方案、MODIS提取叶面积指数/光合有效辐射分量(LAI/fPAR)方案、MODIS提取净第一生产力(NPP)方案、植被功能型(PFT)分类方案<sup>[19]</sup>。本研究所采用的为IGBP全球植被分类方案,土地覆盖类型包括水、常绿针叶林、常绿阔叶林等共17类。

## 3 水体信息遥感识别方法

利用遥感手段提取洪涝受灾信息关键问题是遥感影像中水体信息的识别。水体信息遥感识别方法主要有单波段、多波段和水体指数法三种<sup>[20-22]</sup>。单波段法选择水体特征明显的某一波段为判识参数确定水体信息,该方法简单易行,但存在较多混淆信息,识别精度较低;多波段法综

合了多个波段的光谱特征提取水体信息,水体识别精度有所提高,但波段选取和阈值确定的过程较繁琐,且无法排除裸地等混合信息;水体指数法是多波段法的改进,它基于水体光谱特征分析,选取与水体识别密切相关的多个波段,分析水体与遥感光谱值之间的映射关系,构建水体指数的数学模型,由阈值法直接实现水体信息的提取,是最受关注的水体识别方法<sup>[23-25]</sup>。本文主要是对近年来学者提出的多种指数进行比较,将各方法对MODIS数据在洪涝灾害监测中的效果进行比较分析。

### 3.1 NDVI 法

MODIS第1波段为红光波段,第2波段为近红外波段;鉴于在红光波段,水体的反射率高于植被,在近红外波段植被的反射率高于水体,1978年Deering提出了经典的归一化植被指数NDVI<sup>[26]</sup>:

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED}) \quad (1)$$

式中: $\rho_{NIR}$ 和 $\rho_{RED}$ 分别为MODIS近红外波段和红光波段的反射率,即第2波段和第1波段的反射率。从上式中可以看出,水体由于其波谱特征而使NDVI值为负值,而土壤和植被的NDVI值则相对较高,因此可以将水体与它们分离开来。

### 3.2 谱间关系算法

丁莉东等于2006年提出了一种基于MODIS波谱关系的水体提取模型<sup>[25]</sup>:

$$CH_1 + CH_4 > CH_2 + CH_6 \quad (2)$$

式中: $CH_1$ ,  $CH_2$ ,  $CH_4$ ,  $CH_6$ 分别为MODIS数据在第1、2、4、6通道的反射率,该方法比NDVI方法提取水体的速度快,但是会将云误提为水体,还有待改进。

### 3.3 水体指数法

常用的水体指数包括NDWI指数、MNDWI指数、SPWI指数, $WI_1$ 指数、 $WI_2$ 指数。其中,NDWI为归一化差异水体指数,是Mcfeeters1996年提出的,通过MODIS第4波段和第2波段,即绿光波段和近红外波段,来提取水体<sup>[27]</sup>;MNDWI指数是徐涵秋2005年提出的,是改进的归一化差异水体指数,用中红外波段,即第6波段,代替了近红外波段,效果比NDWI好<sup>[28]</sup>;SPWI指数是丁莉东等提出的,利用了第1、2、4、6波段,可以看作是谱间关系法的变形<sup>[25]</sup>;  $WI_1$ 、 $WI_2$ 指数是廖程浩等根据水体与各类地物在第2波段上的差别构建<sup>[29]</sup>。上述各指数的计算方法参见表1。

表1 水体指数计算方法

指数名称	公式	判定条件
NDWI	$NDWI = (CH_4 - CH_2) / (CH_4 + CH_2)$	$> 0$
MNDWI	$MNDWI = (CH_4 - CH_6) / (CH_4 + CH_6)$	$> 0$
SPWI	$SPWI = CH_2 + CH_4 - CH_2 - CH_6$	$> 0$
$WI_1$	$WI_1 = \frac{CH_2 - 0.09}{CH_2 + 0.09}$	$< 0$
$WI_2$	$WI_2 = \frac{CH_2 - CH_1}{CH_2 + CH_2} + \frac{CH_2 - 0.09}{CH_2 + 0.09}$	$< 0$

## 4 结果分析

为了选择最优的方法, 利用 2011 年 11 月 2 - 9 日的 MODIS 反射率产品计算多种指数, 设定阈值, 提取出水域。将水域与遥感影像进行叠合分析, 确定提取效果最优的方法, 利用该方法提取出泰国 2011 年 11 月 2 - 9 日洪涝受灾区域, 并结合土地覆盖类型进行受灾区域分析。

### 4.1 水体遥感监测方法比较分析

泰国全境在 2011 年 11 月 2 - 9 日的 MODIS 假彩色影像(6 2 1 波段合成)如图 1 所示, 利用上一章提到的各种方法提取出的水体分布如图 2 所示, 其中由于 *SPWI* 指数法可以看作是谱间关系算法的变形, 故本章中用 *SPWI* 代替谱间关系算法。

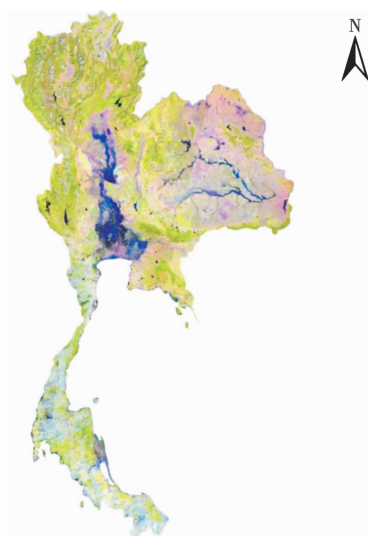


图 1 2011 年 11 月 2 - 8 日泰国遥感影像

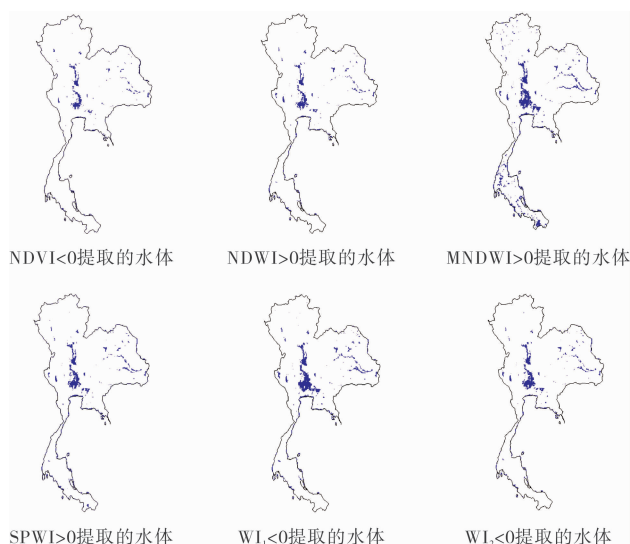


图 2 2011 年遥感监测水体结果

各指数在泰国全国的最大值、最小值、均值、

所提取的水域面积等如表 2 所示。

表 2 各方法比较

方法	最大值	最小值	均值	设定 阈值	水域面 积/万 $\text{hm}^2$
<i>NDVI</i>	1.000	-1.000	0.649	0	85.162
<i>NDWI</i>	1.000	-1.000	-0.589	0	99.969
<i>MNDWI</i>	1.000	-1.000	-0.446	0	235.357
<i>SPWI</i>	-0.756	0.541	-0.123	0	127.297
$WI_1$	-1.000	0.815	-0.469	0	168.545
$WI_2$	-2.000	1.635	1.139	0	127.725

从遥感影像中可以看出, 在泰国南部, 有部分区域是水域, 受到了洪涝的影响, 但除 *MNDWI* 外, 这部分区域提取效果均不理想, 存在着明显的遗漏提取的问题, 同样的问题也存在于泰国中部曼谷北部和泰国东部的区域。从表 2 可以看出, 在各方法中, *MNDWI* 所计算的水域面积最大且提取效果较好, 能够最大程度的吻合遥感影像的目视结果。

为了更好地比较各方法的优劣, 选取泰国中部、曼谷北部的小片区域, 进行目视比较, 如图 3 所示, 确定最优方法。

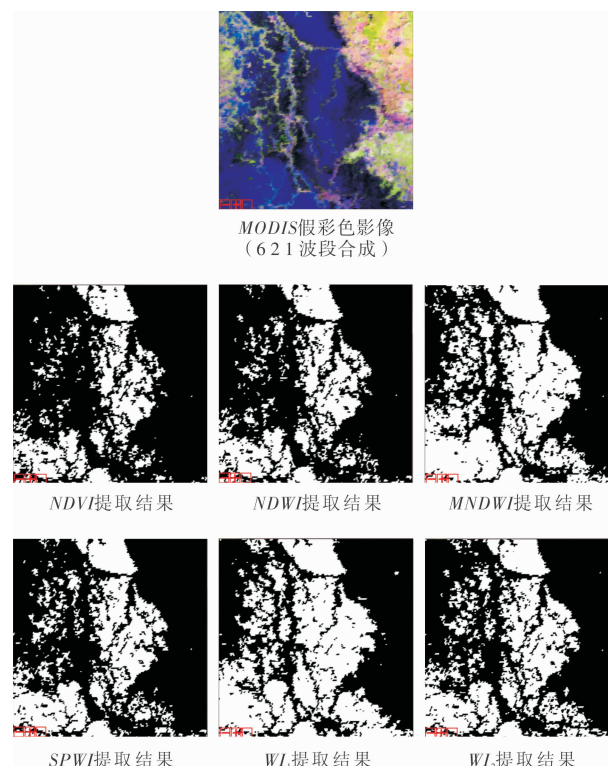


图 3 小片区域结果比较

所研究的区域是以水域为主, 但中间有植物、建筑物等的零散分布, 上述各图来看, 在本区域中, *MNDWI* 和  $WI_1$  提取的面积较多, 相比于其余的指数提取的水域更加准确, 其余几个指数均存在着漏提水体的情况, 无法准确地将夹在植物中

间的河道提出；而相比于  $MNDWI$ ， $WI_1$  存在着多提水体的问题，将部分河道中的植被误提取为水体，造成  $WI_1$  提取的水体在本区域中偏多的结果。

综合泰国全境和局部的分析， $MNDWI$  的提取的结果最好，可以使用该指数用于泰国洪涝受灾区域的提取中。

### 4.2 洪涝受灾区域提取结果

根据上述分析，利用  $MNDWI$  指数法提取泰国 2010 年和 2011 年同一时期的水体，两者相减，设定为 2011 年 11 月 2 - 9 日的洪涝受灾区域，提取结果如图 4 所示。

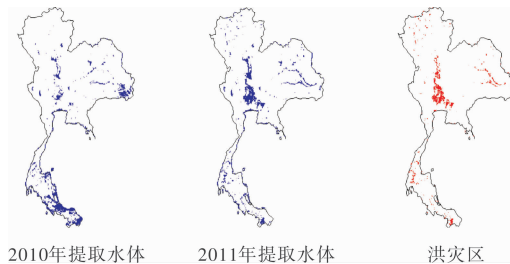


图 4 泰国洪涝受灾区

利用此方法提取出的 2011 年泰国洪涝受灾面积为 144.23 万  $hm^2$ 。

根据官方媒体报道，11 月 2 - 9 日的泰国洪涝受灾面积为 160 万  $hm^2$ <sup>[30]</sup>。由此可以看出，基于改进的归一化水体指数 ( $MNDWI$ ) 数据提取出的洪灾面积较为接近实际数据。

利用此方法提取的受灾面积要比官方报道的数字低，经分析，误差原因可能有以下两个方面：

(1) 本文的提取方法是 2011 年的水体数据减去 2010 年的水体面积确定为洪灾区，但实际上，2010 年泰国部分地区也承受了洪灾，这些地区在 2011 年同样受灾时会因计算方法而忽略，这就造成了洪灾面积会小于该地区实际受灾面积。

(2) MODIS 反射率产品数据分辨率较低，1、2 波段为 250 m 的分辨率，3 - 7 波段为 500 m 的分辨率，虽然所有波段在预处理时都重采样成为 250 m 的分辨率，但分辨率仍较低。在本文的监测中，有大量的城市地区成为实际受灾区，但对于 MODIS 的 250 m 的分辨率而言，城市中的受灾街道和较低楼层的建筑都因为周围的高层建筑所影响，未完全变成可被 MODIS 影像提取出的淹没区域，因而由受灾区在计算中变成了非受灾区中，在计算中带来较大误差。

### 4.3 洪涝灾害影响分析

结合 2009 年的 MODIS 土地覆盖产品数据，在预处理并提取泰国土地覆盖类型的基础上，分析受灾区域的土地覆盖类型，统计分析结果如表 3 所示。

表 3 受灾区域土地覆盖利用类型分析结果

土地覆盖类型	占总受灾 区比例	该类型占 泰国总面积 比例	受灾区域占 该类型的 比例
水	1.550	0.576	7.53
常绿针叶林	0.057	0.008	20.89
常绿阔叶林	26.616	21.815	3.41
落叶针叶林	0.006	0.001	12.50
落叶阔叶林	0.368	1.685	0.61
混交林	0.189	0.560	0.94
郁闭灌丛	1.360	0.732	5.20
开放灌丛	0.059	0.021	7.86
多树的草原	3.065	18.907	0.45
稀树草原	0.292	0.414	1.98
草原	1.545	1.422	3.04
永久湿地	10.915	1.929	15.83
作物	36.360	9.217	11.04
城市和建成区	0.463	0.891	1.46
作物和自然植被的镶嵌体	16.893	41.779	1.13
裸地或低植被覆盖地	0.260	0.041	17.68
雪、冰	0.000	0.001	1.06

通过上表可以看出，受灾区域面积最大的土地覆盖类型为作物，达到了 36.360%，主要分布在曼谷周边的中部地区，也是泰国全国最主要的作物分布区；常绿阔叶林与作物和自然植被的镶嵌体相对也占了较大比例，分别占到了 26% 和 16%，主要零散地分布在泰国的各个方位；同时，全国近 21% 的常绿针叶林也受到了洪灾的影响，但是泰国主要是位于全球的热带，针叶林所占全国面积较少，因此总体而言，对针叶林的影响较小；其次所占土地覆盖类型达 10% 以上受灾的类型还有裸地或低植被覆盖地、永久湿地、作物，这些地区一般位于曼谷周边，对曼谷居民日常生活都具有较重要的作用，这些土地覆盖类型的受灾对曼谷人的生活的影响较大。

上面的分析已经提出，本方法提取的受灾区对城市受灾区的提取的结果偏低，从上表中也得到了验证，泰全国的城市和建成区中仅有 1.46% 成为了受灾区，比实际情况偏低。

总体而言，此次洪涝灾害对于泰国居民影响颇大，涉及到较多的种植作物受灾，影响农作物收成，对居民的生活造成破坏。同时，大片的城区和工业园区受到影响，破坏了泰国的工业生产，进而影响了全球工业产品的生产和国际贸易的顺利进行。

## 5 结论

通过本研究的进行，可以得出以下结论。

(1) 在多种水体遥感监测方法中，采用改进的归一化水体指数 ( $MNDWI$ ) 提取泰国洪涝受灾区域准



确性最好, 此方法对于洪涝灾害的监测有较大帮助。

(2) 作物是泰国受灾区域中面积最大的土地覆盖类型, 达到了 36.36%, 主要分布在曼谷周边的中部地区, 也是泰国全国最主要的作物分布区; 泰国主要的城市区和工业园区也受到影响, 对工业产品的生产和国际贸易造成了破坏。

(3) 虽然因为计算方法、分辨率等方面的原因造成利用 MODIS 数据提取洪灾受灾区域有一定的误差, 但总体而言, 提取结果的准确率较高, 同时结合 MODIS 较高的时间分辨率, 可以免费获得每日的数据, 利用 MODIS 的时间序列的数据, 采用 MNDWI 方法, 来快速提取洪灾受灾面积, 能够对快速地进行洪灾的提取、应急管理建立基础数据, 可以在洪涝灾害中有效应用, 迅速进行灾情评估, 最大程度的将灾害的损失降到最低。

**致谢:** 感谢北京师范大学资源学院陈强博士、减灾与应急管理研究院雷璇在本文研究方法的设计和论文后期修改过程中给予的宝贵意见, 感谢北京师范大学资源学院陈云浩教授在本文后期修改过程中给予的宝贵意见。

## 参考文献:

- [1] 本溪市气象局. 辽东山区农业气候[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 176.
- [2] 段萍, 徐咏文, 赵小敏, 等. 鄱阳湖地区洪涝灾害遥感分析[J]. 地理空间信息, 2005, 3(4): 30-32.
- [3] 李纪人, 苏东升. 重大自然灾害监测评估运行系统的建立[J]. 中国水利, 2000(7): 29-30.
- [4] 潘世兵, 李小涛, 宋小宁. 四川汶川“5.12”地震滑坡堰塞湖遥感监测分析[J]. 地球信息科学学报, 2009(3): 299-304.
- [5] 黄永璘, 农民强, 孙涵. 基于 FY-3A/MERSI 的洪涝灾害遥感监测初探[J]. 气象研究与应用, 2009, 30(2): 59-61, 插 4.
- [6] 周红妹, 吴健平. 应用 NOAA/AVHRR 资料动态监测洪涝灾害的研究[J]. 遥感技术与应用, 1996, 11(2): 26-31.
- [7] 纪瑞鹏, 张淑杰, 班显秀, 等. 用 Landsat TM 订正 NOAA/AVHRR 监测洪涝精度方法研究[J]. 气象科技, 2004, 32(1): 60-62.
- [8] 蒋卫国, 李京, 李忠武, 等. 洪水灾害人口风险模糊评价[J]. 湖南大学学报: 自然科学版, 2008, 35(9): 84-87.
- [9] 蒋卫国. 基于遥感与 GIS 的洪水灾害风险模糊评估及其演变驱动机制研究[D]. 北京: 北京师范大学, 2006.
- [10] 薛晓萍, 马俊, 李鸿怡. 基于 GIS 的乡镇洪涝灾害风险评估与区划技术——以山东省淄博市临淄区为例[J]. 灾害学, 2012, 27(4): 71-74.
- [11] 马国斌, 蒋卫国, 李京, 等. 中国短时洪涝灾害危险性评估与验证[J]. 地理研究, 2012, 31(1): 34-44.
- [12] 马国斌, 李京, 蒋卫国, 等. 基于气象预测数据的中国洪涝灾害危险性评估与预警研究[J]. 灾害学, 2011, 26(3): 8-12, 17.
- [13] 李明, 刘欢, 朱欣焰. 一种面向灾害应急的 UAV 影像快速拼接方法[J]. 灾害学, 2012, 27(3): 139-144.
- [14] 周成虎. 洪涝灾害遥感监测研究[J]. 地理研究, 1993(2): 63-68.
- [15] 陈秀芳. 洪水灾害损失评估系统——遥感与 GIS 技术应用研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999: 172.
- [16] 李戈伟. 基于遥感和 GIS 的洪灾监测与评估方法研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院(遥感应用研究所), 2002.
- [17] 李德仁. 对地观测与地理信息系统[J]. 地球科学进展, 2001(5): 689-703.
- [18] 潘志祥. 气象灾害监测预警与减灾评估技术[M]. 北京: 气象出版社, 2005: 260.
- [19] Modis 土地覆盖类型产品说明[EB/OL]. [2012-08-20]. <http://datamirror.csdn.cn/modis/files/mod12q1.jsp>.
- [20] 莫伟华, 孙涵, 钟仕全, 等. MODIS 水体指数模型(CIWI)研究及其应用[J]. 遥感信息, 2007(5): 16-21.
- [21] 王刚, 李小曼, 田杰. 几种 TM 影像的水体自动提取方法比较[J]. 测绘科学, 2008(3): 141-142.
- [22] 吴赛. 基于 EOS/MODIS 的水体提取模型及其在洪灾监测中的应用[D]. 武汉: 华中科技大学, 2005.
- [23] 丁莉东, 吴昊, 王长健, 等. MODIS 图像湖泊水体信息的快速识别与制图[J]. 海洋测绘, 2006(6): 31-34.
- [24] 王志辉, 易善桢. 不同指数模型法在水体遥感提取中的比较研究[J]. 科学技术与工程, 2007(4): 534-537.
- [25] 丁莉东, 吴昊, 王长健, 等. 基于谱间关系的 MODIS 遥感影像水体提取研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2006(6): 25-27.
- [26] Deering D W. Rangeland reflectance characteristics measured by aircraft and spacecraft sensors[D]. Texas A&M University, 1978.
- [27] Mcfeeters S K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features[J]. International Journal of Remote Sensing. 1996, 17(7): 1425-1432.
- [28] 徐涵秋. 利用改进的归一化差异水体指数(MNDWI)提取水体信息的研究[J]. 遥感学报, 2005(5): 589-595.
- [29] 廖程浩, 刘雪华. MODIS 数据水体识别指数的识别效果比较分析[J]. 国土资源遥感, 2008(4): 22-26.
- [30] 维基百科, 二零一一年泰国水灾维基百科[EB/OL]. (2012-07-23) [2012-08-20]. <http://zh.wikipedia.org/wiki/2011年泰国水灾>.

## Extraction and Analysis of Thailand Flood Affected Region in 2011 based on MODIS Data

Kong Fanming<sup>1,2</sup>, Jiang Weiguo<sup>1,2</sup>, Li Jing<sup>1,2</sup>, Yuan Lihua<sup>1,2</sup>, Chen Xi<sup>1,2</sup> and Guo Jun<sup>1,2</sup>

(1. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, MOE, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** We used NDVI, Spectral Relationship and Water Index based on MODIS reflectance data to estimate Thailand flood affected region from November 2nd to November 9th in 2011. The result has shown as follows: The best method is by modified normalized difference water index; The largest landuse area in flood area in Thailand is crop, whose percent is 36.36%, which is mainly located in the central region around Bangkok and is Thailand national main crop distribution; It has a high accuracy using Modis data to extract the flood affected region. With the high time resolution, this method can effectively applied in the floods, and rapid disaster assessment.

**Key words:** MODIS; Thailand; flood; MNDWI