

农作物种植面积提取精度提高技术研究

陆忠军,刘克宝,刘述彬,刘艳霞,张冬梅

(黑龙江省农业科学院 遥感技术中心,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:随着遥感技术的快速发展,应用遥感影像特别是中高分辨率卫星影像进行农业工作成为遥感技术和农业工程发展的必然趋势,利用 2011 年 RapidEye 数据模拟中高分辨率卫星数据进行农作物种植面积提取精度提高技术研究,选取黑龙江省肇东市为研究区域,通过对中高分辨率卫星农作物提取结果进行系数扣除,对比分析三种扣除系数对肇东市水稻、玉米和大豆提高精度的效果,达到提高农作物提取精度的效果。结果表明:在种植结构相对单一区,利用地面样方扣除系数,精度提高显著;在复杂种植结构种植区,利用多尺度扣除系数精度提高显著。

关键词:中高分辨率卫星数据;种植面积;多尺度系数

中图分类号:S127 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)07-0141-07 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.07.0141

遥感手段能够客观的反映农作物种植情况,在我国农业生产中,遥感技术的引入始于 20 世纪 80 年代,经过 20 余年的发展,已取得了大量的理论研究和应用成果^[1]。目前卫星遥感数据已成为农作物生长信息获取的一种重要手段,利用卫星遥感数据可以及时获得农作物的生长信息——种植面积、长势、旱情等,并得到广泛的认可^[2];同时,遥感作为农作物面积精细估算与监测的方式一直以来被认为是一种最为直接的手段,特别是基于中高分辨率影像的农作物面积精细估算与监测备受广大工作者的推崇,目前基于遥感的农作物面积估算与监测的工作主要表现为方法的实际运用和在此基础上的高精度新方法探索^[3-4]。

黑龙江省部分地区,大豆、玉米、水稻、蔬菜、经济作物混种,且由于地方系统一家一户的种植方式使得农作物种植出现条带种植方式,在利用 TM5、SPOT4 等中分辨率卫星数据进行农作物种植面积提取时会受到作物地块大小和细小地物(道路、沟渠、林带等)^[5-7],以及影像时相、作物长势等因素的影响使精度受到一定限制。

鉴于单一使用中分辨率卫星,精度受到限制,单一使用高分辨率卫星数据,实现大范围农业监测工作量较大两方面因素的影响,在提高一定工作量的同时有效地提高农作物种植面积提取精度

是本研究的主要目的。本文针对中高分辨率卫星数据在提取作物种植面积时,无法剔除细小地物和其它相关因素影响情况,通过对中高分辨率卫星的农作物提取结果进行系数扣除,达到提高农作物提取精度的目的,即利用中高分辨率卫星数据进行县域内全覆盖作物种植面积提取,扣除系数的获得采用高分辨率卫星影像和地面样方两种抽样方式。本研究中主要提取的农作物包括水稻、玉米和大豆,并着重对方法进行探索和研究。

1 研究区概况

肇东市位于黑龙江省西南部,松嫩平原中部,松花江北岸。^[8]地理坐标为 $N45^{\circ}10' \sim 46^{\circ}20'$, $E125^{\circ}22' \sim 126^{\circ}22'$ 。市境略呈长方形,南北纵长 103 km,东西横宽 76 km,土地总面积为 4 338 km²。南距哈尔滨 53 km,北距大庆 74 km,是哈尔滨—大庆—齐齐哈尔经济带上一个重要节点城市。

肇东市土质肥沃、集中连片,黑土、黑钙土、草甸土等肥力较高的耕地分别占土地面积的 3.36%、49%和 34.3%,适宜种植玉米、大豆、高粱、谷子、糜子、水稻、药膳小米、特种瓜菜、无公害马铃薯、中草药、葵花、亚麻和烤烟等作物。全市农村人均占有耕地面积近 0.35 hm²。地形是西、北高而东、南低,平原多于低洼地。海拔高度为 120~230 m,自西北向东南逐步倾斜,坡降大约在 1‰~2‰。

2 数据准备

2.1 地面数据采集

地面数据的采集包括野外解译标志点的建立以及地面样方和 5 km×5 km 地面样区的布设,

收稿日期:2015-03-03

第一作者简介:陆忠军(1975-),男,黑龙江省密山市人,硕士,副研究员,从事农业遥感的研究与应用研究。E-mail:lszjy@163.com。

通讯作者:刘克宝(1981-),男,黑龙江省佳木斯市人,硕士,助理研究员,从事农业遥感的研究与应用研究。E-mail:lk-brs@163.com。

应注意具体采集标准和原则。

2.1.1 解译标志点的建立 根据影像的特点,建立研究区内影像中水稻、玉米和大豆的解译标志点,为后续主要作物分类提取提供相应的基础参考数据。

2.1.2 降解细菌的鉴定 地面样方布设时,样方内主要农作物以水稻、大豆和玉米为主,研究区内选取 10 个不小于 1 km×1 km 的样方,样方内农作物种植结构,最小采集宽度为 1 m,野外数据采集设备为 Tribble4600 差分 GPS,数据采集精度为亚米级。

抽样区的布设根据肇东市农业种植结构特点:肇东市南部沿松花江主要地物有水稻和鱼塘,南部主要种植玉米,其它作物很少;县城以西沿 G301 方向到昌五镇,玉米、香瓜、蔬菜以及经济作物混种,种植结构复杂;安民乡附近,主要种植玉米和豆类;北部四方山农场,种植结构相对单一,主要种植玉米,没有多种作物混种的现象;东部五站镇方向,玉米和烤烟混合种植,分别在肇东市的北部、中部、南部选取 5 个 5 km×5 km 的影像抽样区域^[9]。

具体各样方以及 5 km×5 km 抽样区在研究区的分布位置如图 1,部分样方构成图如图 2。

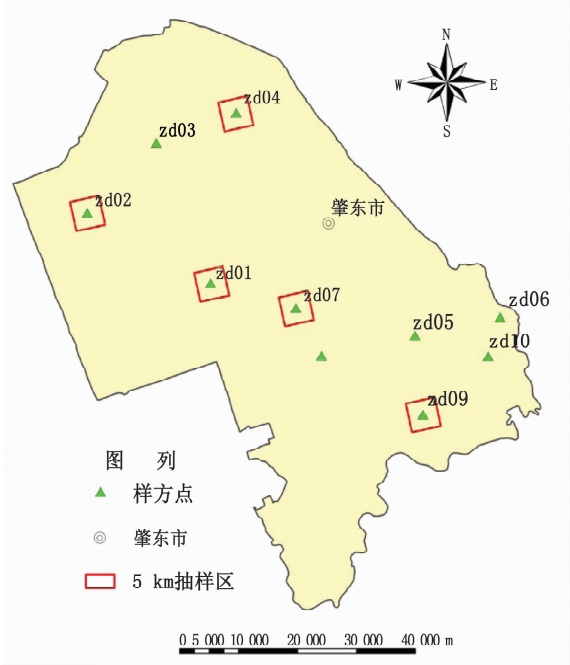


图 1 肇东市地面样方与 5 km 抽样区分布图
Fig. 1 Distribution map of ground samples and 5 km sampling in Zhaozhong

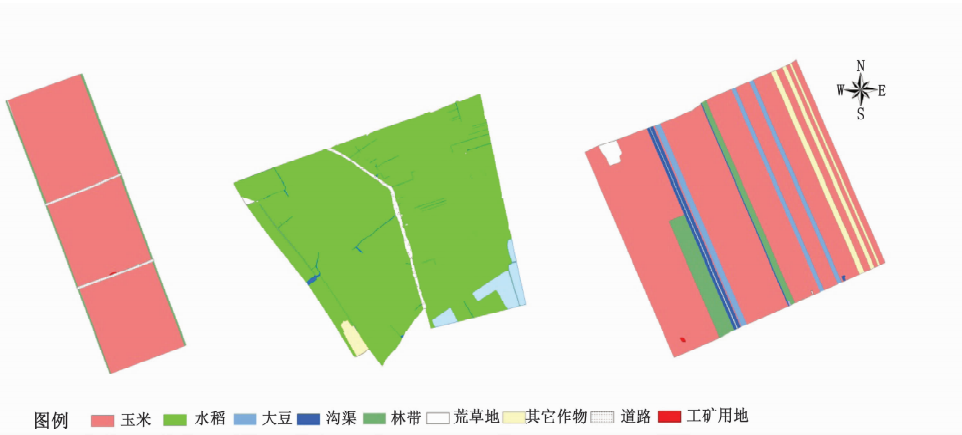


图 2 肇东市部分样方构成图
Fig. 2 Structure diagram of part of ground samples in Zhaozhong

2.2 遥感数据准备

本研究选择 RapidEye(5 m)作为基础研究数据,并利用 RapidEye(5 m)重采样分辨率为 15 m 的数据来模拟中高分辨率数据。所选取的卫星遥感数据各参数如表 1 所示。

2.3 数据预处理

数据预处理包括,几何精校正、影像融合、分割、重采样、裁切与镶嵌。

表 1 卫星数据相关信息

Table 1 Satellite data and related information				
传感器 Sensor	轨道号 Track	时相 Time phase	分辨率 Resolution	波段组合 Band combination
RapidEye	033305	20110912	5 m	R5 G2 B1
RapidEye	033311	20110912	5 m	R5 G2 B1
RapidEye	032752	20110924	5 m	R5 G2 B1

表 2 卫星数据相关波段参数

Table 2 Satellite data related band parameters

卫星数据 Satellite data	波段 Multispectral	分辨率 Resolution
Rapideye	蓝 0.44~0.51 μm	5 m
	绿 0.52~0.59 μm	
	红 0.63~0.685 μm	
	红边 0.69~0.73 μm	
	近红外 0.76~0.85 μm	

3 研究方法

本研究选取黑龙江省肇东市作为研究区域,采用 RapidEye 模拟中高分辨率卫星数据进行作物种植面积监测精度提高技术研究。采用面向对象图像分类^[10]辅助人工解译复杂种植区作物面积提取,进行多尺度系数扣除,对比分析作物提取精度。

本研究采用面向对象图像分类辅助人工目视修正的方法提取主要农作物种植面积,利用 RapidEye 重采样后的 15 m 多光谱数据模拟中高分辨率数据进行全市范围内主要农作物(大豆、玉米、水稻)种植面积提取;在扣除系数提取上,本研究采用两种抽样方式,一是利用 RapidEye (5 m) 多光谱数据进行抽样区域(5 km×5 km)的主要农作物种植面积提取,对比分析抽样区 15 m 数据和 5 m 数据分类结果,计算扣除系数;二是利用地面实际测量 1 km×1 km 样方与 15 m 分类结果进行同区域对比分析,计算扣除系数;利用计算的扣除系数分别对 15 m 分类数据结果进行系数扣除,计算全市主要农作物(大豆、玉米、水稻)种植面积,以 2011 年黑龙江省各县水稻、玉米种植面积本底调查中的肇东市水稻、玉米、大豆监测面积为标准,进行作物总量精度评价,最后结合两种抽样方式扣除系数的优点,提出多尺度扣除系数,并对精度进行相应的评价。

扣除系数计算:进行作物面积精确提取时,细小地物(道路、沟渠、田埂、林带等)的面积和遥感影像分辨率等因素对农作物种植面积的提取精度会产生一定的影响,必须予以扣除,以提高作物面积数据的准确性。

利用 RapidEye(5 m)5 km×5 km 地面样区和 1 km×1 km 地面样方进行扣除系数的地面抽样,分别与 15 m 全覆盖影像分类结果进行同区域对比分析,求解扣除系数。具体算法见公式 1

和公式 2

$$Si = \frac{ai-bi}{ai} \times 100$$
 (1)

式中, Si:第 i 号样区扣除系数; ai:15 m 数据抽样区农作物面积; bi:5 m 数据或地面样方抽样区农作物面积。

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (Si)}{n}$$
 (2)

式中, Si:第 i 号样区扣除系数; S:区域内平均扣除系数; n:抽样区数量。

4 主要农作物种植面积提取及精度提高

4.1 15 m 数据提取县域面积内主要农作物种植面积

选择 2011 年肇东 RapidEye(5 m)数据 3 景对肇东市进行影像全覆盖,并将卫星影像重采样为 15 m 分辨率模拟中高分辨率数据,通过计算机自动分类和人工解译相结合的半自动化方法提取肇东地区水稻、玉米、大豆种植面积。提取结果如下图 3。15 m 数据提取出的作物面积与本底数据的面积对比分析,如表 3 所示。

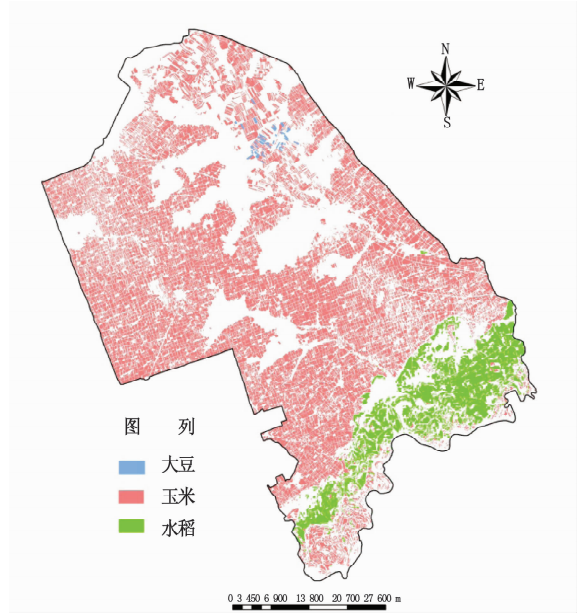


图 3 15 m 数据主要农作物面积空间分布图

Fig. 3 Spatial distribution map of 15 m of main crops

4.2 利用 5 km×5 km 抽样区扣除系数提高面积提取精度

使用 Rapideye(5 m)多光谱数据为抽样区的主要数据源,进行扣除系数的抽样,对所选取的 5 个抽样区进行作物面积提取,提取结果与 15 m 分类结果进行综合评价分析、修正,最终推算肇东

表 3 模拟中高分数据 15 m 与本底数据面积对比

Table 3 Area contrast between high and moderate data of 15 m and the bottom data			
作物 Crops	15 m 数据分类		精度/% Precision
	面积/m ²	肇东本底数据	
	Classification area of the	Background data	
	data in 15 m		
水稻 Rice	263647399	254923619	96.6
大豆 Soybean	16036968	12707452	73.8
玉米 Corn	2296352536	2130240000	92.2

2011 年水稻、玉米、大豆面积。5 km×5 km 的影

像抽样区 1 的分类结果与同区域的高分模拟 15 m 的分类结果对比图见图 4。根据公式 1, 计算各 5 km×5 km 影像抽样区的主要农作物扣除系数(见表 4)。

根据表 4, 利用公式 2 最后计算出 5 个抽样区的各作物平均扣除系数, 玉米平均扣除系数为 13.41, 大豆平均扣除系数为 9.6, 水稻平均扣除系数为 0.44。

利用计算得到的各作物平均扣除系数, 分别对水稻、玉米和大豆的 15 m 分类结果进行系数扣除, 得出利用高分辨率数据提高精度后的结果, 并将最终结果与水稻、玉米本底数据对比分析, 得出利用高分辨率数据扣除系数后结果精度(见表 5)。

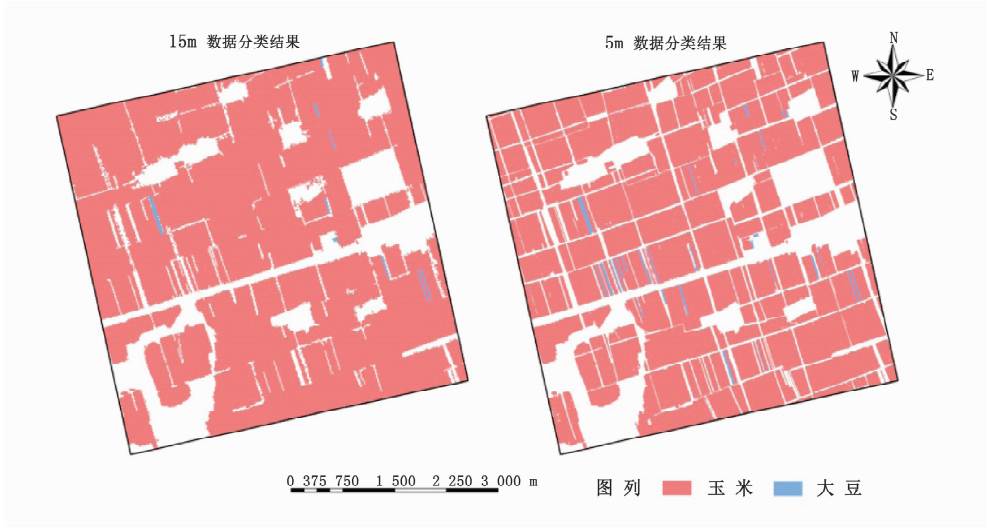


图 4 抽样区 1 分类结果对比图
Fig. 4 Classification of sampling area

表 4 抽样区分类结果

Table 4 The classification result of sampling area				
抽样区编号 No. of sampling area	作物 Crops	15 m 分类面积/m ² Classification area of 15 m	5 m 分类面积/m ² Classification area of 5 m	扣除系数/% Deducting coefficient
1	玉米	19981210	18149543	9.17
	大豆	76359	73582	3.64
2	玉米	16084133	13546023	15.78
	大豆	79711	73707	7.53
3	玉米	16443806	14988973	8.85
	大豆	547675	450904	17.67
4	玉米	22456063	20872159	7.05
	大豆	0	12317	
5	水稻	13051188	12993550	0.44
	玉米	491054	362364	26.21

表 5 5 km×5 km 抽样区提高后结果精度

Table 5 The accuracy of the results after improving 5 km×5 km sampling area

作物 Crops	15 m 分类面积/m ² Classification area of 15 m	抽样区扣除系数/% Deducting coefficient of sampling area	抽样区扣除系数 面积推算/m ² Work area deducting coefficient	肇东本底数据/m ² Background data	系数扣除后精度/% Precision
水稻 Rice	263647399	0.44	262487350.4	254923619	97.0
大豆 Soybean	16036968	13.41	13886410.59	12707452	90.7
玉米 Corn	2296352536	9.60	2075902693	2130240000	97.4

4.3 利用 1 km×1 km 地面样方扣除系数提高面积提取精度

根据肇东市农业种植结构特点在肇东市的北部、中部、南部共选取 10 个 1 km×1 km 的影像抽样区域,并与高分模拟 15 m 和高分模拟 5 m 同区域分类结果进行综合对比分析,计算利用样方得到的扣除系数。

根据表 6,去除由于影像本身原因造成的地面农作物识别问题的样方区 zd04,利用公式 1 和公式 2,求解玉米平均扣除系数为 1.12;水稻平均扣除系数为 1.47(见表 7),由于样方中只有 zd04 有大豆,且由于地面水分较大,大豆受灾,在分类时,没有识别出来,所以这里没有进行细小地物扣除和精度评价。

表 6 地面样方扣除系数统计

Table 6 Statistics of ground sample deduction coefficient

样方编号 No.	作物 Crops	样方 Quadrat	15 m 数据分类面积 Classification area of 15 m	样方扣除系数/% Deducting coefficient	备注 Note
zd01	玉米	1160267	1184873	2.08	
zd02	玉米	1009056	961834	−4.91	
zd03	玉米	1127983	1140105	1.06	
zd04	玉米	822169	787817	−4.36	地面水分大,大豆、玉米受涝灾
	大豆	64086	0		
zd05	玉米	1053650	1021901	−3.11	
zd06	玉米	965192	1038111	7.02	
zd07	玉米	937079	976529	4.04	
zd08	玉米	963350	979351	1.63	
zd09	水稻	1233363	1269235	2.83	
zd10	水稻	893204	894174	0.11	

表 7 地面样方推算面积精度评价

Table 7 The accuracy assessment of ground sample projection area

作物 Crops	15 m 分类面积/m ² Classification area of 15 m	地面样方扣除系数/% Deducting coefficient	地面样方扣除系数 面积推算/m ² Work area deducting coefficient	肇东本底数据/m ² Background data	样方推算精度/% Calculated precision
水稻 Rice	263647399	1.47	259771782	254923619	98.1
大豆 Soybean	16036968			12707452	
玉米 Corn	2296352536	1.12	2270633388	2130240000	93.4

4.4 利用多尺度扣除系数提高面积提取精度

本研究分别利用 5 km×5 km 影像抽样和 1 km×1 km 地面实测抽样两种抽样方式,其中 5 km×5 km 影像抽样,抽样范围相对较大,但是相对地面实测数据,精度较低;1 km×1 km 地面实测样方精度相对较高,但是范围较小,代表性受

到一定程度的制约。综合两种细小地物扣除系数的优点,本研究提出多尺度扣除系数,即对两种系数通过抽样区加权系数加权平均:

$$x=\alpha S_1+\beta S_2$$
 (3)

$$\alpha+\beta=1$$
 (4)

式中,x:农作物多尺度综合系数; S₁:5 km×

5 km 高分影像扣除系数 S_2 : 1 km×1 km 地面样方扣除系数; α,β 分别为高分影像和地面样方抽样区加权系数。

本研究中,高分影像抽样区加权系数 α ,即两种扣除系数的代表性,根据最小上图面积和抽样面积比例决定的,抽样区加权系数的算法:

$$\alpha = \frac{A_i/m_i}{A_i/m_i + A_y/m_y} \tag{4}$$

式中, A_i : 5 km×5 km 影像抽样面积, m^2 ; A_y : 地面样方抽样面积, m^2 ; m_i : 5 km×5 km 影像最小上图面积, m^2 ; m_y : 地面样方最小上图面积, m^2 。

表 8 多尺度扣除系数提取精度结果

Table 8 The results of multi-scale deduction coefficient extraction accuracy

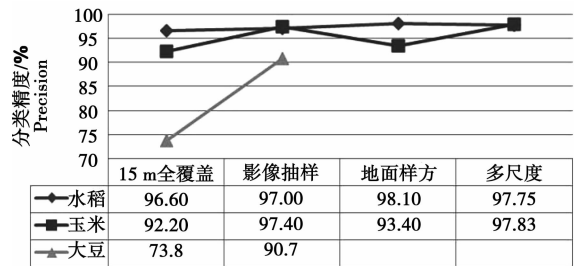
作物 Crops	15 m 分类面积/ m^2 Classification area of 15 m	多尺度扣除系数/% Multi-scalededucting coefficient	多尺度扣除系数 面积推算/ m^2 Multi-scale deducting coefficient	肇东本底数据/ m^2 Background data	多尺度推算精度/% Multi-scale calculated precision
水稻 Rice	263647399	1.13	260668183	254923619	97.75
玉米 Corn	2296352536	5.22	2176482933	2130240000	97.83

5 精度评价分析

在本研究中,肇东市 2011 年肇东市由于风灾影响,大豆在影像上识别难度较大,在地面样方中只有 zd04 中有大豆,且该区域大豆受涝灾,识别误差大,所以在利用地面样方和多尺度系数进行精度提高和精度评价时,未进行相应的评价。通过 3 种方法在肇东市水稻、玉米、大豆种植面积提取精度提高中的应用,与 2011 年黑龙江省水稻玉米分县本底调查数据对比计算精度(见表 9)。

表 9 利用 15 m 数据以及 3 种扣除系数精度对比

Table 9 Precision comparison of 15 m data and three kinds of deduction coefficient



5.1 精度评价

根据实验数据结果,对利用高分辨率卫星影像、地面样方以及多尺度系数 3 种方法进行农作物面积提取精度提高时,水稻在精度方面与单独利用中高分辨率卫星数据(15 m)提取结果相比精度均有提高,其中利用 1 km×1 km 地面样方

公式中涉及最小上图面积计算:在野外样方采集过程中,最小地物测量宽度为 1 m,所以在 m_y 为 $1 m^2$; m_i 为影像最小上图单位,影像最小上图单位根据图像分辨率和最小上图单位决定,根据图上能够分辨的最小距离 0.1 mm 来算,本研究中选择 5 m 分辨率 Rapideye 成图比例为 1:50 000, $0.1 mm \times 50\ 000 = 5 m$,最小上图面积 m_i 为 $25 m^2$ [11]。通过计算得出影像抽样区的权重为 1/3,地面样方的权重为 2/3。

利用公式 3 多尺度扣除系数,对肇东市的玉米、水稻面积进行推算,其结果见表 4 至表 6。

精度提高 1.5%,影像抽样精度提高 0.4%,多尺度精度提高 1.15%;玉米在精度提高方面,利用高分辨率影像和多尺度扣除系数提高精度较大,分别为 5.2%和 5.63,利用地面样方扣除系数提取面积精度提高为 1.2%;利用影像抽样可以有效的提高大豆提取精度,精度提高幅度为 16.9%。

5.2 原因分析

实验区内,在利用 3 种细小地物扣除系数进行精度提高时,水稻利用地面样方扣除精度高于其它两种方法,但是利用 15 m 数据以及 3 种扣除系数推算水稻种植面积时,总体变化不大。主要原因:肇东市水稻种植特点为集中连片种植,不会与其它作物混种水稻面积提取精度主要受到地面沟渠、道路、林带等细小地物的影响,地面样方可以更好地反映地面细小地物的系数;沟渠、林带等线状地物在 15 m 影像上的识别度较高,使得扣除系数很小。

玉米在利用高分辨率卫星影像和多尺度扣除系数时,精度提高较大,主要原因:肇东市旱田主要种植玉米,并与其它作物混种,在 15 m 影像中为优势作物,对其它作物如豆类、瓜地、蔬菜、烤烟等衍射较严重,在提取时,受到的干扰较多,使得细小地物中涉及到了条带种植的烤烟、豆类、蔬菜、马铃薯等作物,系数较大,在利用 5 m 分辨率抽样区提取玉米时,可以很好地反映各作物的种植结构,且综合利用地面样方和高分辨率影像的

多尺度系数可以更好地利用两个数据的优势,提高精度效果更明显。

大豆在利用 15 m 模拟数据提取时,精度为 73.8%,精度相对较低,主要原因是:肇东市大豆种植为条带种植,不是优势作物,在 15 m 的影像中,被其它作物(玉米等)衍射,混合像元严重;其次由于受天气的影响,肇东大豆长势不好,且有受灾的情况,且遥感数据中缺少短波红外波段,对大豆种植面积提取精度影响较大。这些因素导致识别精度下降。在利用高分辨率影像抽样扣除细小地物,精度提高幅度较大,原因是:5 m 分辨率对大豆的条带种植的识别度较好。

6 结论与讨论

通过对肇东市主要农作物(水稻、大豆和玉米)的种植面积遥感提取,综合 3 种扣除系数对肇东市水稻、大豆、玉米提取精度提高数据分析结果,利用 3 种扣除系数均可以有效地提高中高分辨率卫星提取肇东市水稻、大豆和玉米种植面积精度。由于地面样方的野外采集工作量相对较大,使得地面样方的采集面积受到限制,相对面积较小,对种植结构的代表性受到限制,肇东市部分地区旱田种植结构复杂,玉米、大豆、烤烟以及经济作物等混合种植,在利用地面样方扣除系数提高玉米的提取面积时,精度提高不显著,综合利用高分辨率影像和地面样方的多尺度系数,在提高玉米精度时结果显著,多尺度系数集合了两种数据的优势——覆盖面积和精度,在复杂种植结构

区,利用多尺度扣除系数来提高作物种植面积提取精度,较利用地面样方和高分辨率影像扣除系数具有更好的效果。在相对种植结构单一的区域,利用地面样方提高种植面积提取精度,效果比较明显。

参考文献:

- [1] 刘歆. 遥感技术在农业中的应用与发展[J]. 科技创新导报, 2011(27):144-145.
- [2] Wu B, Li Q. "Crop planting and type proportion method for crop acreage estimation of complex agricultural landscapes," Int[J]. J. Appl. Earth Obs. Geoinform, 2012, 16, 101-112.
- [3] Jia K, Wu B, Tian Y, et al. Vegetation classification method with biochemical composition estimated from remote sensing data[J]. Int. J. Remote Sens, 2011, 32(24):9307-9325.
- [4] 杨红卫, 童小华. 中高分辨率遥感影像在农业中的应用现状[J]. 农业工程学报, 2012(12):138-144.
- [5] 毛富仁. TM 遥感影像解译数据中线状及细小地物的扣除[J]. 青海环境, 2010, 20(2):81-85.
- [6] 曹卫彬, 杨邦杰, 宋金鹏. 基于 Landsat TM 图像棉花面积提取中线状地物的扣除方法研究[J]. 农业工程学报, 2004(2):164-167.
- [7] 吴全, 杨邦杰, 裴志远, 等. 大尺度作物面积遥感监测中小地物的影响与双重抽样[J]. 农业工程学报, 2004(3):130-133.
- [8] 星球地图出版社. 黑龙江省地图册[M]. 北京:星球地图出版社, 2008.
- [9] 阳小琼, 朱文泉, 潘耀忠, 等. 作物种植面积空间对地抽样方法设计[J]. 农业工程学报, 2007(12):150-155.
- [10] 邓书斌. ENVI 遥感图像处理方法[M]. 北京:科学出版社, 2010.
- [11] 刘洋, 辛蕊, 孙晓明. 人眼分辨率和卫星数据分辨率与成图比例尺的适用性分析[J]. 黑龙江农业科学, 2012(9):126-129.

Study on Improving the Extraction Accuracy of Crop Planting Area

LU Zhong-jun, LIU Ke-bao, LIU Shu-bin, LIU Yan-xia, ZHANG Dong-mei

(Remote Sensing Technique Center of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: With the rapid development of remote sensing technology, the application of remote sensing images, especially high and moderate spatial resolution satellite images in agriculture became the inevitable trend of remote sensing technology and the development of agricultural engineering. Trough 2011 RapidEye data to simulate high and moderate resolution satellite data, researches improving the extraction accuracy of crop planting acreage. Taking Zhaodong City, Heilongjiang Province as the study area. Through the coefficient deduction of the high resolution satellite crop extraction, it improves the accuracy of crop extraction. The coefficient deduction used two kinds of sampling methods, and three methods of coefficient deduction were put forward, finally, three methods of coefficient deduction of Zhaodong rice, corns and soybeans to improve the accuracy was analyzed. The results showed that: in the area of which planting structure was relatively simple, using the ground sample deduction coefficient, accuracy was improved significantly; in the area of which planting structure was complex, the use of multi-scale deduction coefficient accuracy was improved significantly.

Keywords: high and moderate resolution satellite data; crop acreage; multi-scale coefficient