

利用 TM 影象和地面光谱预测 北安地区春小麦面积和单产

由伯成 马彦友 高瑞宽 莫虹 高雪莲 张铁夫

(哈尔滨市农业遥感分中心)

农业遥感的目的范围,包括从较为简单的土地利用制图到更为复杂的作物识别,测算作物种植面积,单产及病虫害和自然灾害的测报,具有速度快、准确、低成本及有些是常规方法所无法实现的效果。

利用 TM 影象进行识别作物及测算面积,要掌握大量的农业生产信息,包括各种作物的生长日历和每种作物不同生长阶段的光谱资料和作物之间的光谱响应关系,也要掌握耕作制度和作物生长期的气象资料、土壤与施肥情况,基本公式:

总产 = 单产 × 面积

单产 = 穗数/植株 × 粒数/穗数 × 粒重
× 植株/米²

面积 = TM 影象上作物第 j 块样本象元
× 该作物在生长时期某给定时间具有事先确定的光谱信号。

一、面积估算

黑龙江省地域辽阔,耕地面积大,年种一季作物,机械化耕作栽培程度较高,北部地区主要以种植春小麦与大豆为主,春小麦占总播种面积的三分之二,利用遥感估产与测算面积具有优越条件。

我们从 1985 年至 1987 年在黑龙江省北安地区开展了春麦估产试验。选择了由日本遥感地面站提供的两个时相的 TM 影象,即

1986 年 5 月 31 日和 7 月 3 日、轨道号为 118~26、118~27。采用 2、3、4 波段合成的假彩色合成影象,制成十万分之一比例尺影象作为基础图件,用五万分之一进行面积量算,采取室内判读、野外调查,绘制作物种植分布图,验证等步骤,最后测算春小麦的播种面积。

两个时相的 TM 影象,经过试验比较,北安地区 5 月 31 日的 TM 影象在识别春麦与测算面积较 7 月 3 日影象有明显的效果。5 月 31 日影象中的春麦由于同其它地物波谱反差大,能清楚地显示出呈红色与暗红色的春麦地块,准确地反映了春麦拔节期的光谱响应。而其它作物如大豆、玉米播种后还没有出苗、影象中反映的其它耕地呈绿色。也准确地反映了北安地区的黑土与草甸土的光谱响应。该时相的 TM2、3、4 波段假彩色合成影象在地物分类、解译效果最佳。根据测得春麦光谱值看,在 0.5 厘米出现第一个峰值,0.67 厘米为吸收,0.85 厘米为反射峰。虽然 TM2、3、4 波段与 MSS4、5、7 波段相近,但同时相的 30×30 米分辨率的 TM 影象,较 57×79 米分辨率的 MSS 影象有较强的光谱信息,特别是植被效果最好。5 月 31 日 TM 影象,可清楚地解译出河

注:参加本课题的还有北安市农牧渔业局李亚光、宋学民、梁明才、安仁德,以及省农科院周晓震、林尉刚同志。

谷、沟地、阶地、河床、草地与居民点，尤其是线性地物农村道路、铁路、林带和光谱反差大的场院、砖厂等均较易识别。在解译中春麦在该时相同河套草地与林区出现同光谱特征与同样的色调现象。经验证草地、芦苇和树林在影象上反映出不规则形状，边缘不齐，层次不清，及斑状红色区域，同春麦较整齐的地块容易分开，试验得出利用光谱时空差特征，选择适时的 TM 影象资料来识别春麦与测算面积是可行的。

据此我们根据春麦的物候历即 4 月中旬播种，8 月初成熟，而其它农作物如大豆、玉米为 5 月初播种，9 月下旬成熟，选择 5 月末至 6 月中旬，用 TM 影象测算小麦面积为最佳。而在试验中看到 7 月 3 日的 TM 影象反映的正是大豆结荚期，而春麦为抽穗期和灌浆期，两种作物叶色浓绿，长势旺盛，叶绿素含量高，两者具有相近的光谱响应，假彩色合成片上都呈现鲜红色。该时相产生过多的混合象元，很难辨认春麦。故不宜用该时相的影象测算春麦面积，而用多时相 TM 影象资料，可对作物的长势进行监视和病虫害及其它自然灾害的测报，但必须在确认作物分布面积之后。

二、单产预测

就遥感而言，某一区域小麦各生长期的光谱反射率与产量之间的关系，是在叶面指数、生物量、时间与单位面积产量之间的关系。如

$$\begin{cases} t = \text{收获} & \frac{\text{近红外反射}/\text{红光反射}}{dt} = \text{单产} \\ t = 0 \end{cases}$$

$$\text{其中近红外反射}/\text{红光反射} = a + b$$

(叶面指数)

从 1985~1987 年对北安地区的春麦光谱测试与农学调查，得出拔节、抽穗与灌浆期的光谱反射比与小麦生长量、干物重有密切的相关关系。初步建立起的光谱单产模式

与实测单产相关。即利用春小麦在红光与近红外波段的光谱特征建立的光谱模式：将春麦 7、5 波段光谱值之比 $\left(\frac{IR}{R}\right)$ 取其对数值为变量(x)与产量(y)进行回归统计，得：

(1) 抽穗期

$$\hat{y} = -474.2 + 886.0x$$

$r = 0.91$ (相关系数)

(2) 灌浆期

$$\hat{y} = -1443.6 + 3158.2x \quad r = 0.90$$

但单产是一系列复杂的环境与遗传因子影响的结果，其中气温、降雨量、品种、栽培方法、土壤温度、湿度、养分和病虫害等都影响光谱反射率。故该试验还在进行，并拟在单产预测中考虑农业措施、气象因子影响，进行综合估产会取得更好的效果。

三、结 语

采用 TM₂、3、4 波段假彩色合成片进行目视解译来测算春小麦种植面积，用春麦遥感光谱单产模式对春麦进行估产，在北安地区的试验证明，依据地物光谱特征来判读 TM 影象，识别各种农作物和土壤、地点等农业信息，并建立多种作物的光谱单产模式，掌握作物长势变化而带来的光谱变化的特征，充分利用作物光谱特征时相差，选择最佳时相的 TM 影象资料，进行作物估产与监视作物长势是及时经济有效的方法。

我们认为地物波谱是农业遥感物理机制分析的重要理论依据，是遥感分析定量化的基础。农业是遥感的最大用户，大面积遥感估产需开展多种农作物、多品种、多区域，即在不同气候条件及其它自然条件下，连续对地物波谱进行研究与测试。注重光谱信息的积累，最好建立光谱试验场及农田光谱测试区，建立地物波谱数据库，分析农作物产量与遥感光谱定量与定性的相关性。无论在资源调查或估产长势监测灾害测报等方面都将会更好的发挥遥感技术在农业生产中的作用。