

# 水稻遥感估产的一种方法\*

吉书琴 陈鹏狮 张玉书

(沈阳区域气象中心研究所, 沈阳 110015)

## 提 要

该文利用 NOAA/AVHRR 空间覆盖度宽、资料获取时次多的特点, 寻求预测北方一季稻产区水稻产量的最佳时期, 利用植被指数建立水稻单产的预报模式, 遥感估算水稻种植面积. 研究表明, 利用卫星遥感手段对水稻进行估产的精度高于常规农业气象模式, 又可提高预报时效.

关键词: 水稻 遥感估产 长势监测 面积估算

## 引 言

冬小麦遥感估产在我国研究比较早, 双季稻也有一些研究, 而北方一季稻产区的遥感估产目前还没有先例. 应用 NOAA/AVHRR 实时资料预报产量能提高时效, 而且可动态监测水稻的生长状况, 无论在时间还是空间上都要比旬月报资料优越得多. 经过两年的研究, 利用辽宁省气象局遥感中心接收的实时资料, 结合历史资料对比分析, 建立了植被指数的单产预报模式, 并在 1995 年的业务预报中取得了较好的应用效果.

## 1 应用卫星遥感对水稻生长状况的动态监测

一季稻生长季(4~9月), 特别是夏季云雨天气较多, 而 LANDSAT-TM 影像周期长(16天一次), 在水稻生长期很难获得一幅较理想的 TM 影像, 加之价格昂贵, 因而不宜用于水稻长势的动态监测. NOAA/AVHRR 资料虽然空间分辨率低, 但时间分辨率高, 下垫面的信息丰富, 实时可用性强, 且价格低廉, 是监测水稻长势的有效手段.

(1) 监测原理 从 NOAA/AVHRR 数字图像提取植被信息, 采用植被指数. 原理是基于植被对可见光和近红外辐射两种截然不同的吸收与反射效果. 在可见光的蓝光和红光区各有一个叶绿素的吸收带, 吸收中心分别位于  $0.45 \mu\text{m}$  和  $0.65 \mu\text{m}$ . 相反, 植被在近红外区( $0.75 \sim 1.1 \mu\text{m}$ )有一个很高的反射峰. 反射与吸收的对比取决于植被的类型、生长状况及生态背景等. 可见光区的叶绿素吸收带位于 NOAA/AVHRR 的第一通道 CH1( $0.58 \sim 0.68 \mu\text{m}$ ), 近红外区的植被反射峰也位于第二通道 CH2( $0.73 \sim 1.1$

\* 1996-08-15 收到, 1996-10-25 收到修改稿.

$\mu\text{m}$ ), 利用上述两个通道的探测值计算的植被指数可很好地反映植被状况. 归一化植被指数(NDVI)适于大范围的植被监测, 在有植被的情况下, NDVI 的变化范围为  $0\sim 0.6$ , 作物生长越旺盛, 植被冠层的密度越大, NDVI 也就越大<sup>[1]</sup>. 应用卫星遥感得到的 NDVI 对北方水稻生长状况可以进行动态监测, 研究范围为  $38^{\circ}17'\sim 43^{\circ}30'N, 118^{\circ}53'\sim 125^{\circ}47'E$ .

(2) 利用植被指数监测水稻的生长状况 水稻植被指数的变化可以反映水稻整个生育期的生长状况. 图 1 给出 1993~1995 年大洼的水稻生长曲线, 从图 1 中可以看出: 水稻插秧返青(6 月中旬)以后, 从分蘖开始植被指数迅速增加, 孕穗期(8 月上旬~8 月下旬)达到高峰, 抽穗开花以后逐渐下降. 植被指数曲线所以呈现出这种变化形式是因为水稻抽穗开花期花穗位于植被冠层的上部, 卫星接收到的反射辐射信息中的一部分来自水稻的花和穗, 而不是全部的绿色叶片, 从而改变了植被冠层的光谱特征.

不同年份的植被指数曲线变化不同, 在水稻种植区选了 34 个样点, 分析不同年型各地区水稻的生长曲线. 1993 年大部分地区为单峰型曲线, 只有 12% 为双峰型曲线; 1994 年有 85% 的样点地区为双峰型曲线; 1995 年只有 24% 的样点地区为双峰型曲线. 其中 1994 和 1995 年部分地区的双峰型变化是洪涝灾害造成的.

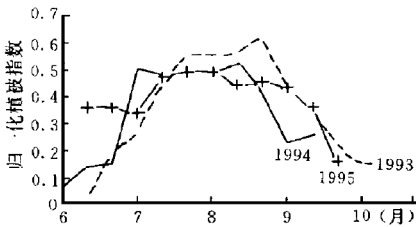


图 1 1993、1994 和 1995 年大洼水稻生长曲线

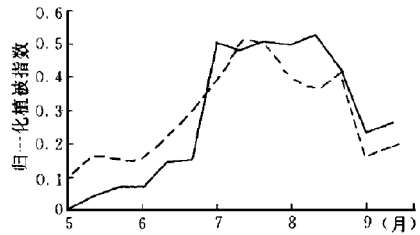


图 2 水田、旱田作物生长曲线的比较 (实线: 大洼水田, 虚线: 新民旱田)

比较 3 年的生长曲线, 1993 年的峰值普遍较高, 其中铁岭地区最高(0.61); 1994 年峰值较低, 丹东地区最高(0.60); 1995 年峰值最低, 铁岭地区最高(0.54). 水稻产量: 1993 年最高, 1995 年最低, 植被指数峰值的高低与产量的高低相当吻合. 丰产年的生长曲线表现为峰值高、生长周期长、落黄晚(即曲线下降慢), 如 1993 年; 1994 年生育期短, 峰值低、落黄比较早, 所以产量不如 1993 年. 通过生长曲线的峰值变化可以确定估产的最佳时期, 辽宁水稻生长曲线的峰值一般出现在 8 月上旬~8 月中旬, 因此 8 月上、中旬为最佳估产时期.

## 2 水稻种植面积的估算

(1) 估算时相的选择 水稻从泡田至插秧以及返青时期, CH2 的反射率比大田作物小, 比单纯水体大. 这一时期, 最容易识别水田. 在 1994 年 NOAA/AVHRR 资料中, 水田选点大洼, 旱田选点新民. 从它们整个生育期的生长曲线(见图 2)可以看出: 5 月中

旬~6月中旬,是区分水田和旱田的最佳时期,也是估算水田面积的最佳时期。

(2) 经验估算 利用国家气象局卫星气象中心提供的1989年6月11日NOAA/AVHRR遥感数字化图像资料,以《辽宁省植被类型图》<sup>[2]</sup>为对照进行估算。NOAA/AVHRR资料的一个象元点约为121 hm<sup>2</sup>。在遥感数字图像上,水田的等级是3、4级(相当于反照率5.75%~9.75%);大田是5、6级(相当于反照率9.75%~13.75%);纯水则在2级(相当于反照率5.75%左右)以下。计算的水稻面积,营口、盘锦、沈阳、辽阳、鞍山与统计值较接近(见表1)。

表1 1989年水田面积比较表

	营口	盘锦	沈阳	辽阳	鞍山
象元数(个)	356	676	1106	485	354
计算值(hm <sup>2</sup> )	43076	81796	133826	58685	42834
统计值(hm <sup>2</sup> )	40500	76093	131640	52727	41473
差值(hm <sup>2</sup> )	2576	5703	2186	5958	1361

1989年辽宁省水稻总面积为542368 hm<sup>2</sup>,其中上述五市为342400 hm<sup>2</sup>,占全省的63.3%。上述五市遥感估算的面积为360217 hm<sup>2</sup>,按上述比例求得全省总面积为569063 hm<sup>2</sup>。通过多次调查试验,并经农业部门确认,遥感

估算全省水田面积的订正系数为5%。订正后的遥感面积为546300.5 hm<sup>2</sup>,与统计值的误差为3932.5 hm<sup>2</sup>。

(3) 计算机计算面积 利用1994年6月1日卫星遥感的第二通道CH2资料,共选了8个主要水稻栽培样点:沈阳、盘锦、铁岭、丹东、辽阳、大连、营口和鞍山。反照率选值为6.30%~10.63%,与1989年选的3、4级(相当于反照率5.75%~9.75%)等级相近。1994年全省水稻面积为458709 hm<sup>2</sup>,8个样点面积占全省的89.46%。遥感估算的全省面积为497429 hm<sup>2</sup>,订正后为472557.6 hm<sup>2</sup>,与统计值相差13848.6 hm<sup>2</sup>(见表2)。遥感估算的面积比社会统计面积大,与实际比较符合。

表2 1994年水稻面积遥感估算值、统计值对照表

样点	统计值(hm <sup>2</sup> )	估算值(hm <sup>2</sup> )	样点	统计值(hm <sup>2</sup> )	估算值(hm <sup>2</sup> )
沈阳	102513	105200	辽阳	39321	41400
盘锦	74482	78800	大连	29555	28400
铁岭	44446	50100	营口	40561	57300
丹东	48494	53500	鞍山	30992	30300

### 3 水稻遥感单产预报模式

利用1993年和1994年的遥感资料与产量资料建立不同年型的预报模式。选择8个地区的样点,利用1993年和1994年遥感的旬平均植被指数和统计单产计算相关,建立回归模式:

$$y_1 = 159.08 - 6.43 x_1 + 1.05 x_2 + 3.11 x_3 + 1.38 x_4 \quad (1)$$

式中 $y_1$ 是全省水稻平均单产; $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$ 分别是6月下旬、7月上旬、8月中旬、8月下旬的植被指数。式(1)通过了0.01信度检验。

1993年气象条件较好,产量( $y_2$ )高,代表丰产型;1994年洪涝影响较大,产量( $y_3$ )比较低,代表平年偏歉型。利用6月下旬、7月上旬、8月中旬和8月下旬植被指数( $x_1$ 、

$x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$ )与水稻产量建立的1993年和1994年估产模式分别为:

$$y_2 = -428.36 - 3.12x_1 + 2.32x_2 + 2.77x_3 + 4.22x_4 \quad (2)$$

$$y_3 = -261.43 - 5.21x_1 + 1.40x_2 + 3.17x_3 + 3.97x_4 \quad (3)$$

式(2)和式(3)分别通过了0.05和0.01信度检验.

将1995年的植被指数代入式(1)、(2)、(3),利用式(3)预报1995年水稻产量的效果比较好.因为1994和1995年都属歉产年,而1993年是丰产年,年型不同.

由于遥感资料较短,只能在现有资料的基础上,分年型运用,实践证明效果比较好.利用式(3)预报的1995年单产为5569.5 kg/hm<sup>2</sup>,与省统计单产5290.5 kg/hm<sup>2</sup>相比,误差为5.3%.

#### 4 结 论

(1)利用NOAA/AVHRR的1、2通道反射率计算的归一化植被指数可对大范围水稻的生长状况进行动态监测.虽然不同年型的植被指数变化曲线有一定差异,但曲线的峰值高、低与水稻产量高、低相当吻合.预测作物产量的最佳时段即曲线的峰值时段,辽宁为8月上、中旬.

(2)根据水稻与其它作物植被指数变化曲线的差异,可以确定泡田至插秧以及返青时期为估算水稻种植面积的关键期;根据稻田与其它下垫面不同的光谱特征,可以进行水稻面积信息的提取及计算.

(3)水稻的归一化植被指数与水稻单产之间有很好的相关关系,利用1993年和1994年各地区的遥感资料与产量资料建立不同年型的遥感产量预报模式,预报效果较好.

#### 参 考 文 献

- 1 刘金英,朱启疆.内蒙古东部达里诺尔及其毗邻地区植被生态环境遥感监测研究.环境监测与作物估产的遥感研究论文集.北京:北京大学出版社,1991年.
- 2 董厚德等.辽宁省植被类型图.沈阳:辽宁大学出版社,1985年.

## A METHOD OF THE REMOTE SENSING TECHNIQUES OF RICE YIELD ESTIMATION

Ji Shuqin    Chen Pengshi    Zhang Yushu

(Meteorological Institute of Shenyang Regional Centre, Shenyang 110015)

#### Abstract

Based on NOAA/AVHRR characteristics of wide-ranging space coverage and frequent data reception, the best estimation time of forecasting rice yield in North China is explored, the forecasting model about per unit area yield is set up by using vegetable index, and rice planting area is estimated by remote sensing. The studying results for two years show that by means of satellite remote sensing to estimate rice yield, the forecasting accuracy is higher than that for the normal agrometeorological model forecasting, and the period of validity is improved.

**Key words:** Rice yield estimation by remote sensing    Monitoring of rice growth    Area estimation