

专业气象服务

# 用 NOAA/AVHRR 资料动态监测 小区域冬小麦长势

贾金明 王运行 王树文 孙贵姣 徐巧真 刘九玲

(河南省濮阳市气象局, 457000)

## 提 要

通过对定点监测资料和 NOAA/AVHRR 资料的平行分析,探讨了 NOAA/AVHRR 资料在小区域冬小麦长势动态监测中的应用问题,建立了农学参数与遥感绿度值之间的关系式和卫星遥感苗情分类指标动态方程,为当地冬小麦卫星遥感苗情分类提供了一套客观实用的方法。

**关键词:** 冬小麦 卫星遥感 绿度 苗情 指标

## 引 言

近年来,冬小麦卫星遥感监测技术得到了普遍应用,并受到使用部门的高度重视,尤其是气象部门提供的冬小麦卫星遥感苗情分

析信息及产量预报,已成为各级政府和生产部门对小麦苗情长势实行宏观调控和分类管理的重要依据。

冬小麦卫星遥感监测技术扩展到县、乡

级中小地区以后,由于面积单元较小,象元数少、区域间地物地貌和生产环境的差别对卫星遥感苗情分类的影响突出起来,若仍用原来的大范围的分区、分类指标,进行小范围特殊地区的小麦苗情分类,就会带来较大的偏差。濮阳市各县小麦苗期和中期,即10月到翌年4月,各月平均气温与同区同纬度的西部几个县相比,月平均气温偏低0.5~1.0℃,冬前有效积温偏低40~70℃,若和河南南部各地相比差别更大。致使濮阳各县的小麦生长发育进程缓慢,发育期滞后,若采用与其它地区相同的苗情分类标准,就会产生较大的偏差。如何根据本地的实际情况,制定出实用的冬小麦卫星遥感苗情监测指标模式,作者以NOAA/AVHRR资料在濮阳市冬小麦长势动态监测中的应用为例进行了探讨。

### 1 思路与方法

为摸清当地小麦生长发育现状,我们在各县针对不同类型的麦田,设置了多个监测点,对小麦不同发育阶段的农学参数进行系统监测。然后再与之对应的卫星遥感绿度图上查出各监测点对应的绿度等级,再通过对遥感绿度值与农学参数的同步分析,根据冬小麦不同的生长发育阶段,分别建立农学参数与绿度等级的关系式。进而制定出冬小麦苗情分类的农学指标和卫星遥感监测指标,使冬小麦苗情分类的准确性与客观性得到提高。

### 2 资料来源与处理

根据各县的产量水平,设置了有代表性的监测点65个,同时还多次对照卫星遥感绿度图作了大量的田间调查,获取了各类麦田不同生长发育阶段的农学参数128646个。卫星遥感图由河南省气象局科研所遥感中心提供,卫星遥感资料为NOAA/AVHRR的通道1(CH<sub>1</sub>)和通道2(CH<sub>2</sub>)合成的归一化植被指数(NDVI),其表达式为:

$$G_3 = (CH_2 - CH_1) / (CH_2 + CH_1)$$

(本文将NDVI资料放大20倍并取整后得到的值称为绿度值)。通过经验判别分析,舍去一些人为误差造成的不合理数据,然后进行数理统计分析,对因子进行筛选,从大量的农学参数中筛选出与卫星遥感绿度值密切相关的因子,供进一步分析研究使用。

### 3 分析与结果

#### 3.1 时段划分

冬小麦生长发育的前期与中期,由于气温较低,其他植物还未发芽、展叶,地面绿色植被中只有小麦,此阶段是进行冬小麦卫星遥感监测的最佳时期,此期卫星遥感绿度值的大小与冬小麦的长势好坏,有较好的对应关系。

根据小麦生产的需要,结合冬小麦的阶段发育特点,划分为越冬前、返青期、拔节期和孕穗期四个时段,对四个时段分别建立卫星遥感苗情分类模式。

表1 农学参数与绿度等级的线性方程表

| 时段  | 方程                           | F 检验    | 相关系数   | 样本数 |
|-----|------------------------------|---------|--------|-----|
| 越冬期 | $I = 0.8823 + 1.4948L_{AI}$  | 9.20348 | 0.6040 | 18  |
|     | $I = -2.5844 + 0.0869M_d$    | 6.68895 | 0.9188 |     |
|     | $I = -1.5279 + 0.0056H_m$    | 8.8354  | 0.8867 |     |
| 返青期 | $I = -0.3040 + 1.1563L_{AI}$ | 57.5559 | 0.8846 | 18  |
|     | $I = -0.1088 + 0.0478M_d$    | 26.8028 | 0.7913 |     |
|     | $I = -1.0791 + 0.0047H_m$    | 46.9926 | 0.8637 |     |
| 拔节期 | $I = 0.1379 + 0.9253L_{AI}$  | 99.5667 | 0.9286 | 18  |
|     | $I = 1.2412 + 0.0344M_d$     | 54.2110 | 0.8787 |     |
|     | $I = 0.8388 + 0.0029H_m$     | 90.3204 | 0.9217 |     |
| 抽穗期 | $I = 0.0441 + 0.9167L_{AI}$  | 46.5581 | 0.8627 | 18  |
|     | $I = -1.6704 + 0.2145M_d$    | 56.1681 | 0.8822 |     |
|     | $I = 0.4434 + 0.0022H_m$     | 21.5553 | 0.7576 |     |

注: I:绿度等级; L<sub>AI</sub>:叶面积指数; M<sub>d</sub>:群体密度; H<sub>m</sub>:生长量。

#### 3.2 苗情分类指标的确定

##### 3.2.1 绿度-农学参数回归方程的建立

研究表明,卫星遥感绿度等级与叶面积指数、群体密度、生长量(高度与密度之积)之间有较好的相关关系,其相关系数在0.6034

~0.9282, 均通过  $\alpha = 0.01$  信度检验。据此, 建立起绿度等级与农学参数之间的回归方程, 见表1。

### 3.2.2 冬小麦农学分类指标的建立

根据目前濮阳市的冬小麦产量水平, 一

般称单产  $5250\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  以上的麦田为高产田, 单产  $3750\sim 5250\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  的麦田为中产田, 单产  $3750\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  以下为低产田, 分别用高、中、低产冬小麦农学参数的平均值, 作为划分一、二、三类苗的农学指标, 见表2。

表2 濮阳市苗情分类农学指标

|     | 一类苗             |            | 二类苗             |         | 三类苗             |            |
|-----|-----------------|------------|-----------------|---------|-----------------|------------|
|     | 群体密度<br>(万茎/公顷) | 叶面积指数      | 群体密度<br>(万茎/公顷) | 叶面积指数   | 群体密度<br>(万茎/公顷) | 叶面积指数      |
| 越冬期 | $\geq 900$      | $\geq 0.7$ | 600~900         | 0.5~0.7 | $\leq 600$      | $\leq 0.4$ |
| 返青期 | $\geq 975$      | $\geq 2.1$ | 660~975         | 1.4~2.0 | $\leq 660$      | $\leq 1.4$ |
| 拔节期 | $\geq 1200$     | $\geq 4.2$ | 750~1200        | 2.6~4.2 | $\leq 750$      | $\leq 2.6$ |
| 抽穗期 | $\geq 525$      | $\geq 6.1$ | 405~525         | 3.2~6.2 | $\leq 405$      | $\leq 3.2$ |

### 3.2.3 冬小麦苗情分类的绿度等级指标

将冬小麦苗情分类的农学指标, 代入相应的同期绿度-农学回归方程, 即可得到冬小麦卫星遥感的绿度等级指标, 见表3。

表3 濮阳市沿黄地区冬小麦苗情分类卫星遥感绿度指标表

|     | 一类苗      | 二类苗 | 三类苗 |
|-----|----------|-----|-----|
| 越冬期 | $\geq 2$ | 1   | 0   |
| 返青期 | $\geq 3$ | 2   | 1   |
| 拔节期 | $\geq 4$ | 3   | 2   |
| 抽穗期 | $\geq 5$ | 4~5 | 2~3 |

### 3.2.4 非麦像元的确定

冬前和小麦停止生长期间, 沿黄各地大部分三类苗麦区在卫星遥感图上为空白区, 即0像元, 而一些大的城镇、河流、水体等非麦像元, 也是空白区, 像元也为“0”。在求算冬前三类苗比例时, 应将0像元总个数减去非麦田0像元数。非麦像元数可通过对历年卫星遥感绿度图的目视解译确定。各地常年非麦像元数见表4。

表4 濮阳市各县常年非麦像元数

| 县名   | 南乐 | 清丰 | 濮阳 | 范县 | 台前 | 全市 |
|------|----|----|----|----|----|----|
| 非麦像元 | 1  | 2  | 17 | 12 | 11 | 43 |

注: 表中非麦像元数采用 G3 分辨率  $2.2\times 2.2\text{km}$  图查得

### 3.2.5 卫星遥感监测小麦苗情分类指标动态方程的建立

冬小麦苗情长势是一个动态变量, 当然, 判别小麦每一生长发育阶段的苗情分类指

标, 也应是一个动态变量。将前面提到的卫星遥感苗情分类绿度指标, 点绘在时间-绿度等级坐标图上, 可以看到, 各时段的一、二、三类苗分类指标近似于3条平行线。越冬期苗情稳定少变, 其分类指标可用三个常数方程表示。返青至抽穗期的苗情分类绿度指标, 则近于三条平行线, 可用截距不同, 斜率相近的三个线性方程表示。见图1和表5。

以上苗情分类指标图和方程, 体现了苗

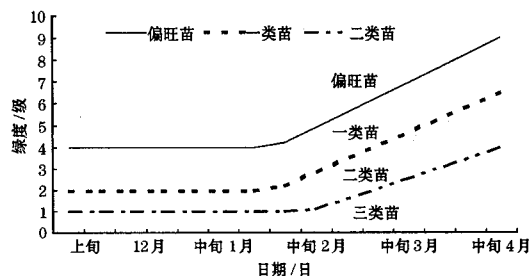


图1 冬小麦卫星遥感苗情分类指标曲线图

表5 冬小麦卫星遥感苗情分类绿度指标方程

| 苗情    | 越冬期     | 返青-抽穗期                 |
|-------|---------|------------------------|
| 偏旺苗下限 | $I = 4$ | $I = 4.2198 + 0.0719t$ |
| 一类苗下限 | $I = 2$ | $I = 2.2801 + 0.0579t$ |
| 二类苗下限 | $I = 1$ | $I = 0.9821 + 0.0531t$ |

情分类指标的动态特点, 任一时间的卫星遥感绿度图都可以在苗情分类指标图上查出其对应的分类指标, 也可以将卫星遥感图上的收图时间代入绿度指标方程, 计算出相应绿

度指标。

#### 4 应用与效果

为了说明卫星遥感冬小麦苗情分类方法的应用效果,现以2004年1月28日、2月25日和3月23日三张卫星遥感图为例,作具体说明。

首先将卫星遥感图上的时间(取返青期的时间为0,其后累加即可)代入苗情分类界限方程,(若当年气温偏高(低),小麦发育期

明显超前或滞后时还要作发育期时间订正),求出该时间所对应的小麦苗情分类界限值,然后分别统计各界限内的像元数(非麦像元除外) $n_i$ ,再求出总像元数 $N$ ,最后算出各界限内像元数占总像元的百分比,即为各类苗情的百分比,见表6。从表中可以看出各时次的苗情分类结果连续性较好,没有突变现象,与当地小麦生长实况一致,取得较好应用效果。

表6 2004年度濮阳市冬小麦苗情分类表(%)

| 时间<br>苗情 | 1月28日 |     |     | 2月25日 |     |     | 3月23日 |     |     |
|----------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
|          | 一类苗   | 二类苗 | 三类苗 | 一类苗   | 二类苗 | 三类苗 | 一类苗   | 二类苗 | 三类苗 |
| 南乐       | 0     | 62  | 38  | 5     | 93  | 2   | 50    | 47  | 3   |
| 清丰       | 0     | 64  | 36  | 24    | 73  | 3   | 41    | 59  | 0   |
| 濮阳       | 0     | 11  | 89  | 1     | 26  | 73  | 6     | 46  | 48  |
| 范县       | 0     | 21  | 79  | 0     | 31  | 69  | 0     | 13  | 87  |
| 台前       | 0     | 25  | 75  | 10    | 25  | 65  | 3     | 30  | 67  |
| 市区       | 0     | 68  | 32  | 24    | 51  | 25  | 35    | 44  | 21  |
| 全市       | 0     | 35  | 65  | 8     | 47  | 45  | 20    | 42  | 38  |

#### 参考文献

- 1 全国冬小麦遥感综合测产协作组. 冬小麦气象卫星遥感动态监测与估产. 北京:气象出版社,1993:107~115.
- 2 陈怀亮,关文雅,邹春辉等. GIS支持下的复杂地形区冬小麦长势遥感检测方法. 气象,1998,24(8):21~25.
- 3 河南省小麦高、稳、优低研究推广协作组. 小麦生态与生产技术. 河南:科技出版社,165~170,257~272.

## Application of NOAA/AVHRR Data to Winter Wheat Growth Monitoring of the Small area in Puyang, Henan Province

Jia Jinming Wang Yunhang Wang Shuwen Sun Guijiao Xun Qiaozhen

(Puyang Meteorological Bureau, Henan Province 457000)

### Abstract

The monitoring data in a small area is analyzed with NOAA/AVHRR data in a parallel way. NOAA/AVHRR data gets applied to winter wheat growth monitoring of the small area. The relationship between the agricultural index and the degree of greenness by remote sensing is set up with the developing equation in the satellite remote figures of crop classification. So a set of practical methods of classifying crops by means of satellite remote sensing are provided for the local area.

**Key Words:** winter wheat crops satellite remote sensing degree of greenness