NOAA/AVHRR冬小麦苗情长势遥感动态监测方法研究*

史定珊 毛留喜**

(河南省气象局，郑州450003) (河南省气象科学研究所，郑州450003)

植物的外在表现总是具有独特的光谱属性。因此作物的"苗 情长势"可以通过它们的光谱成分分析和植物指数（绿度）间接地得到证实[1]。本文根据冬小麦反射 光谱特性，利用一定条件下的NOAA/AVHRR通道1 (CH_1，0.58—0.68μm)和通道2 (CH_2，0.72—1.1μm)数据，合成具有压抑较稳定背景地物信息，突出冬小麦长势信息作用[2,3]的绿度比值($G_1=CH_2/CH_1$)模式和归一化[$G_3=(CH_2-CH_1)/(CH_2+CH_1)$]模式，研究解决了利用气象卫星遥感信息对大面积冬小麦苗情长势进行宏观 动态监测的统一指标和时空可比等问题。并经多年实用，取得了良好的社会经济效益。

1. 遥感绿度值与冬小麦农学参数的关系

1) NOAA/AVHRR遥感绿度的选择和处理

卫星遥感信息受其路径条件和地表状况的影响很大，本文选择晴空 无云（水平能见度＞10^4m），中午前后（北京时14时左右）的星下点（卫星视场角＜ 20°）资料。在 NOAA/ AVHRR 的接收过程中，进行一系列校正和定位处理，为了快速地在生产实践中应用，还对G_1，G_3模式的计算结果 进 行比例放大和等级代码转换。一般将G_1放大10倍，G_3放大20倍，然后进行对应的多进制等级代码转换，

表 1 I_3与冬小麦农学参数的抽样统计(河南，1985—1989年)

抽样日期	项 目	A	B	R	F	样 本
1月上旬	Md	−7.417	2.586	0.992	120.5	14县56个点
	LAI	2.8684	1.1277	0.977	42.5	
	W	−3.058	1.325	0.979	46.0	
4月上旬	Md	−17.498	6.220	0.876	9.9	12县48个点
	LAI	1.1743	3.6580	0.946	26.8	
	W	−19.067	4.050	0.989	140.4	
5月上旬	Md	−11.996	5.277	0.964	53.1	6县18个站
	LAI	4.8693	2.0900	0.927	24.4	
	W	−25.685	4.831	0.855	10.9	

即由原来的绿度值（G），变成可按象元输出的绿度等级（I）。

2) 冬小麦农学参数与遥感绿度

冬小麦农学参数是其苗情长势的具体表征，研究表明[4-6]，它们与G_1，G_3有着显著的相关关系。

* 本文于1990年10月29日收到，1991年 4 月 1 日收到修改稿。

** 参加此项研究的还有：关文雅、楚国运、王军、谢晋英等同志； 本项研究得 到原国家经委农业 局和河南省人民政府经费资助。

1985—1989年，在冬小麦不同生育时期，进行不同绿度等级下的河南麦田对应取样观测资料证实，G_3绿度等级（设为I_3）与群体密度（Md）、叶面积指数（LAI）、干物重（W）等参数（统设为x）有统计对数关系。即

$$I_3 = A + B\ln x \tag{1}$$

式中A，B为待定系数，统计方程检验均显著（表1）。

同理建立G_1绿度等级I_1与农学参数x的对应关系（从略）。一般可写作：

$$I = f(x) \tag{2}$$

2. 冬小麦苗情长势遥感动态监测绿度判据

1）分区分类冬小麦农学参数与正积温

随着地理、气候等环境条件的差异，各地小麦苗情长势的分类标准也不尽相同，因此需要根据其生态环境划分监测同步区。综合农业气候区划成果和遥感分层结论，将河南省各生态环境类型综合为豫北（I）、豫中（II）、豫南（III）三个监测同步区，同时兼顾现有行政分界（考虑到县），以满足应用、服务的需要（分区图从略）。

众所周知，大田小麦的苗情长势是气象、品种、土壤和耕作管理多因素相互作用的综合结果。但

表 2　冬小麦农学参数与气象条件的分区分类统计(河南，1985—1989年)

参数	分区	i	a_0	a_1	a_2	F	R
Md	I	一类	−48.59	0.3269	-2.07×10^{-4}	18.48	0.974
		三类	−23.75	0.1908	-1.18×10^{-4}	7.68	0.941
	II	一类	−40.34	0.2952	-1.96×10^{-4}	8.13	0.944
		三类	−17.52	0.1836	-1.26×10^{-4}	8.37	0.945
	III	一类	0.79	0.1557	-1.02×10^{-4}	16.05	0.970
		三类	−9.78	0.1488	-0.99×10^{-4}	24.43	0.981
LAI	I	一类	−21.85	0.0492	-2.12×10^{-5}	43.15	0.972
		三类	−12.09	0.0272	-1.15×10^{-5}	15.00	0.926
	II	一类	−24.09	0.0519	-2.18×10^{-5}	42.94	0.972
		三类	−13.39	0.0288	-1.20×10^{-5}	15.84	0.929
	III	一类	−15.56	0.0357	-1.52×10^{-5}	12.82	0.915
		三类	−7.45	0.0178	-7.80×10^{-6}	5.66	0.833

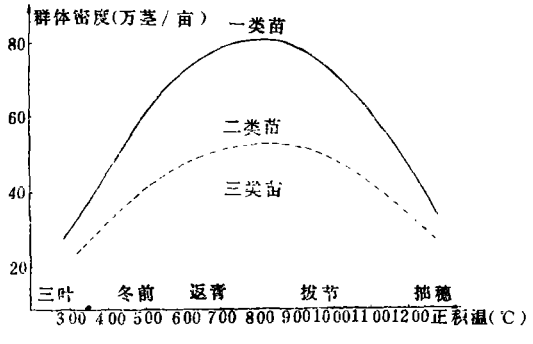

图 1　群体密度与气象条件统计关系
（实线为一类苗下限，虚线为三类苗上限）

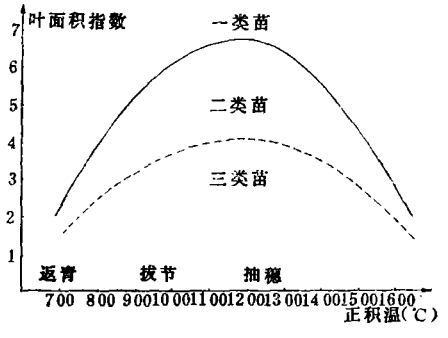

图 2　叶面积指数与气象条件统计关系
（说明同图1）

就当前来说，在监测同步区内，品种、土壤和一般耕作管理水平等年际间都不会有很大变化，其苗情长势的差异主要体现在播种日期和气象条件上。因此选择了以平均播种期到观测日的＞ 0℃的正 积温这一易于获取，且具有一定代表性和稳定性的气象要素作为统计变量，将不同生育阶段对 应不 同绿度等级下的农学参数，结合各地麦田分类，好（一类）、中（二类）、差（三类）进行统计，建立 一 类下限和三类上限的二次方程式。即

$$x^i = a^i_0 + a^i_1 t + a^i_2 t^2。 \tag{3}$$

式中t为＞0℃的正积温；a_0, a_1, a_2为待定系数；i表示小麦苗情长势分类；x同上。

各区各类Md，LAI与t的统计结果（表 2）表明，方程复相关系数大都在0.90以上，F检验达到 极显著或显著水平。

据上述方程式绘制某区小麦农学参数与正积温间的各类变化动态图， 各个时期的苗情长势分类一目了然（图 1，2）。

2）遥感绿度指标判据

将式（3）代入式(2)即可得到利用NOAA/AVHRR遥感G_1，G_3绿度等级（I_1、I_3），对大面积冬小麦苗情长势动态监测的指标判据：

$$\begin{aligned} I^i &= f(x^i) \\ &= f(a^i_0 + a^i_1 t + a^i_2 t^2) \end{aligned} \tag{4}$$

显然，据此判据对各区冬 小麦 苗情长势进行实时动态监测是非常方便的，而且指标统一，时空可比。

对G_3绿度等级I_3则有：

$$\begin{aligned} I_3 &= A + B\ln x^i \\ &= A + B[\ln(a^i_0 + a^i_1 t + a^i_2 t^2)] \end{aligned} \tag{5}$$

3）冬小麦苗情长势分类百分比

根据各区小麦播种到NOAA/AVHRR遥感监测日的＞0℃正积温，代入式（4），并经过分析和“微调”，得某绿度等级的冬小麦苗情长势分类指标：一类苗下限$I^{(一)}$；三类苗上限$I^{(三)}$；$I^{(一)}$、$I^{(三)}$之间的即为二类苗。利用分类指标和各行政范围（某地市或某县等）的各绿度等级象元数（n_i），按下式可计算得到一、二、三类苗百分比。即

$$RI\% = \frac{1}{N}\sum_{I^i} n_i \times 100\% \tag{6}$$

这里，$N = \sum_i n_i$

其中$RI\%$表示i类麦田百分比；n_i表示i类象元数；N为各类象元总数。

当跨过同步区或计算全省冬小麦苗情长势各类百分比时，需要根据各区域 范围的面积（或象元）权重进行加权平均。

3. 结束语

在我国冬小麦主要产区之一的河南省，苗情长势监测的分类，是各级领导 和有关部门进行冬小麦宏观管理、分类指导的重要依据。1985年以来，利用NOAA/AVHRR遥感资料，对河 南各地（市）、县苗情长势动态监测应用表明，一、二、三类苗情长势百分比与当地有关部门抽 样调查结果吻合，且具有宏观、动态、客观、经济等特点，社会经济效益显著。

几年应用还表明，一般监测范围越宽广，其可信度越高；监测区域地形越平坦、种植越单一连片，监测效果越好。另外，小麦出苗分蘖后至 4 月中旬前，由于此时河南地表绿色植被 多为小麦，其监测效果比 4 月下旬万物复苏后要好。

参 考 文 献

[1] 邹尚辉，植物生物量和作物产量遥感估算的若干理论问题，遥感信息，4，19—20，1987。
[2] 王欢、徐希孺、承继成，利用气象卫星磁带数据监测冬小麦长势，遥感信息，3，19—21，1987。
[3] 肖乾广等，用气象数据对冬小麦进行估产的试验，环境遥感，1，4，260—268，1986。
[4] 郭德友等编译，农业遥感（农作物估产的理论与方法），84—87，科学出版社，1987。
[5] 京津冀统一网络冬小麦遥感综合估产协作组编，京津冀冬小麦遥感估产试验研究论文集，126—129，北京科学技术出版社，1987。
[6] 刘国祥等，冬小麦农学参数的遥感监测，遥感信息，1，10—12，1987。

A RESEARCH ON THE METHOD OF NOAA/AVHRR MONITOR OF REMOTE SENSING THE GROWING TENDENCY OF WINTER WHEAT

Shi Dingshan

(Henan Meteorological Bureau, Zhengzhon, 450003)

Mao Liuxi

(Henan Research Institute of Meteorological Science, Zhengzhou, 450003)

Abstract

The relations between greenness and agronomic index of winter wheat are researched, agronomic index of winter wheat growing tendency and meteorological conditions are established, and the criterion of remote sensing macromonitoring greenness index of the growing tendency of winter wheat in different areas and categories is determined.