

文章编码: 1000-2022(1999) 01-0116-07

## GIS 支持下的小麦区域化苗情遥感监测应用研究

张雪芬<sup>1</sup>, 陈怀亮<sup>1</sup>, 邹春辉<sup>1</sup>, 陈 东<sup>2</sup>

(1. 河南省气象科学研究所, 郑州 450003; 2. 南京气象学院环境科学系, 南京 210044)

**摘要:** 在地理信息系统(GIS)支持下, 将处理好的归一化植被指数(NVI)图与地形图、土壤质地图、政区图、年降水量图、年平均气温图、小麦生育期积温图等背景图件叠加, 进行比较客观的小麦遥感生态分层, 并制成常年非麦象元分布底图。在此基础上, 根据地面监测网实地调查资料, 建立了一套适合不同监测层的遥感监测指标。最后, 将剔除常年非麦象元后的 NVI 图与遥感生态区分层图进行集成, 采用不同指标划分小麦苗情等级, 从而提高了小麦苗情遥感解译精度。

**关键词:** 小麦; 苗情; 区域化; 遥感; 地理信息系统(GIS); 生态区分层

**中图分类号:** S126      **文献标识码:** A

70 年代美国已开始利用极轨气象卫星进行作物长势监测, 并逐步进入业务化阶段。我国在 80 年代才开始进行这方面的研究<sup>[1]</sup>。目前, 卫星资料主要是美国 NOAA 业务性极轨气象卫星的 AVHRR (改进的甚高分辨率辐射计) 数据。其中, AVHRR 的通道 1(CH1) 和通道 2(CH2) 合成的归一化植被指数图(下文简称绿度图)可有效地进行小麦苗情长势监测。

由于遥感资料对冬小麦苗情长势监测具有宏观、客观、动态、及时等特点, 可为迅速掌握小麦生长宏观情况、及时布署麦田管理工作提供科学依据, 因此深受生产部门和决策部门的重视和好评。

80 年代我们曾把河南省粗分为 3 个遥感监测层。受当时软硬件、人力、物力及时间等条件的限制, 虽然各分层考虑了气候生态特征, 但对丘陵等复杂地形考虑的较少, 且受行政区域的限制较多, 再则山林等非麦象元与小麦象元混杂在一起, 不考虑有关地理信息资料就不能准确地把山林象元屏蔽掉。在进行苗情分类时, 上述原因常引起较大的误差。另外, 80 年代确定的苗情分类指标, 也主要以平原和单作小麦为主, 随着农业生产的发展和土地利用率的提高, 种植制度也有了较大变革。间作套种面积迅速扩大, 再沿用 80 年代确定的单作小麦遥感解译指标进行苗情分类, 势必引起较大误差。

本文, 利用 GIS 技术在处理空间信息方面具有强大功能的特点, 在 EPPL7 栅格地理信息系统支持下, 数字化与遥感解译有关的地理信息资料, 重新划分遥感监测层; 在剔除山林等常年非麦象元的基础上, 建立适合复杂地形地貌区和现有耕作方式下的小麦监测指标。

收稿日期: 1998-03-06; 改回日期: 1998-04-29

基金项目: 河南省气象局气象科学基金资助

第一作者简介: 张雪芬, 女, 1968 年 9 月生, 学士, 工程师

# 1 小麦苗情遥感基础性工作

## 1.1 河南省地形地貌及耕作情况介绍

河南省地处中原, 位于  $110^{\circ}\text{E} \sim 117^{\circ}\text{E}$ ,  $31^{\circ}\text{N} \sim 37^{\circ}\text{N}$  之间, 地势西高东低, 北、西、南三面分别由太行山、伏牛山、桐柏山、大别山四大山脉环抱, 间有陷落盆地, 东部为平原。山地约占全省面积的 26 %、丘陵为 18 %、平原占 56 %。

80 年代以前, 多以单作小麦为主, 90 年代以后, 粮经作物间作套种面积逐步增加, 目前约占全省小麦面积的 1/3 左右。

## 1.2 小麦遥感生态区分层

### 1.2.1 不同的气候条件对小麦生长的影响

不同的气候条件对小麦生长的影响很大, 造成小麦发育期差异明显(见表 1)。从 NOAA/AVHRR 小麦越冬期遥感绿度图中可以明显看出, 豫南绿度值可达 4~5, 而豫北绿度值多以 1~2 为主, 若用同一指标进行苗情分类, 豫南一类苗比例较高, 而豫北却没有一类苗, 但实际上豫北的小麦单产却比豫南的高。可见在遥感监测时忽略气候生态的影响是不合理的。

表 1 不同农业气候种植区小麦发育期(日/月)差异表

Table 1 Difference in developmental dates of wheat among agroclimatological zones  
(day/month)

| 种植区            | 播种    | 返青   | 拔节   | 抽穗   | 乳熟   | 成熟   |
|----------------|-------|------|------|------|------|------|
| 1 <sub>1</sub> | 9/10  | 16/2 | 5/4  | 28/4 | 25/5 | 8/6  |
| 1 <sub>2</sub> | 10/9  | 12/2 | 23/3 | 24/4 | 20/5 | 7/6  |
| 1 <sub>3</sub> | 5/10  | 15/2 | 27/3 | 24/4 | 25/5 | 5/6  |
| 2              | 23/10 | 21/2 | 23/3 | 22/4 | 18/5 | 1/6  |
| 3              | 16/10 | 1/3  | 5/4  | 8/5  | 29/5 | 15/6 |
| 4              | 26/10 | 22/2 | 24/3 | 21/4 | 12/5 | 31/5 |

### 1.2.2 地理图件的数字化与遥感资料处理

参照文献[2]、[3]进行遥感监测分层。首先将河南省政区图、地形图、土壤质地图、年平均气温图、年平均降水量图、年平均日照图、小麦全生育期积温图等图件重新清绘后, 用扫描仪扫描进行数字化处理, 在 EPPL7 系统将扫描得到. TIF 文件转化为. EPP 和. DGT 文件, 再进行细化、重采样、比例尺转化等操作, 使之与遥感资料相匹配。

将转化处理后的 NOAA/AVHRR 通道 1(CH1)、通道 2(CH2) 资料, 再进行精定位、云体、水体等识别, 然后生成归一化植被指数(NVI) 二进制文件, 通过接口软件, 输入到 EPPL7 系统, 通过调整比例尺、选区等操作, 使之与背景地理信息资料相匹配。

### 1.2.3 利用地理信息系统进行遥感生态区分层

利用 EPPL7 的 Overlay 和 Evaluate 命令, 将河南省年平均气温图、年平均降水量图、地形图、小麦全生育期积温图进行叠加分析, 以同一生态层内下垫面大致相似为原则, 将河南省分为四个遥感生态层, 该分层不再受行政区域的限制。

1 区: 小麦最适宜种植区。该区除豫北的太行山外, 多以海拔 200 m 以上的平原为主, 该地区北部间套作面积较大, 沿黄稻茬区和特殊的间套作种植方式等给遥感解译增加了难度。

2 区: 小麦较适宜种植区。该区地势较平坦。以周口、南阳间套作面积较大, 是小麦苗情较

好解译的区域。

3 区: 浅山丘陵盆地小麦较适宜种植区, 该区多以海拔 1 000 m 以上的山体 and 海拔 700 m 以下的浅山丘陵为主。地形地貌复杂, 且山体较多, 遥感解译难度很大。

4 区: 小麦不适宜种植区。该区南部为大别山地, 西部为桐柏山地, 平原面积不大, 主要以稻茬麦为主。下垫面复杂, 是遥感解译较难的区域。

把制作好的遥感生态分层图做成 EPP 文件, 存贮到 EPPL7 系统里, 作为地理底图在统计苗情分类时调用。

### 1.3 山林象元的剔除

NOAA/AVHRR 小麦遥感绿度图中, 云体、水体比较容易识别, 但山体和小麦象元就难以区分开, 若不把二者分离开, 在计算苗情分类时, 会引起较大的误差。若不考虑地形资料, 就不能确切地把山体象元“屏蔽”掉。为此, 利用 EPPL7 地理信息系统, 将河南省地形图与遥感资料叠加后, 将明显的山林象元予以剔除。具体原理和步骤如下。

在小麦成熟期或收割期, 即 5 月底或 6 月初, 小麦叶片发黄, 叶面积系数呈现急剧下降趋势, 在遥感图上表现为低值区; 而山林树木叶子却越来越茂密, 叶面积系数呈现迅速上升的趋势, 在遥感绿度图中表现为高值区。根据这一特性, 把历年这一时期多次时相的绿度资料进行叠加, 屏蔽低于某一阈值的象元, 生成山林象元图件; 把地形图等图件与山林象元图件叠加起来, 将海拔高度在 500 m 以上山体和水面等非麦类象元屏蔽掉, 生成常年非麦类象元底图, 并把该图储存在 EPPL7 中。

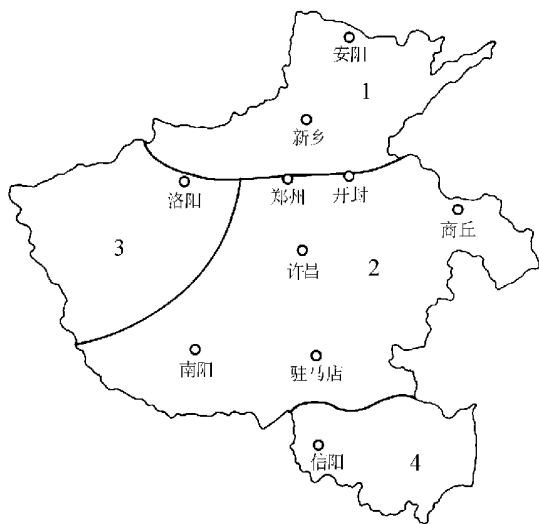


图 1 河南省遥感生态分区图

Fig. 1 Remote-sensing regionalized ecological map for Henan Province

## 2 冬小麦区域化苗情遥感监测指标研究

作好了冬小麦遥感生态区分层和常年非麦类象元底图的基础工作后, 通过监测网小麦定点监测和抽样调查, 参照文献[4]的思路, 研究了一套较准确的、适合新的小麦遥感生态分层和目前耕作方式的苗情监测指标。

### 2.1 $I_{NV}$ 与小麦农学参数之间的关系

从 1987 年 ~ 1997 年, 在冬小麦的越冬、返青、拔节、抽穗等生育关键时期, 对照相应的遥感资料, 进行了较细致的苗情调查, 获得了大量翔实的资料。把这些资料和监测网定点调查资料进行分区域整理后, 建立了  $I_{NV}$  与小麦农学参数之间的线性回归方程。

$$I_{NV} = a + bI_{LA} \quad (1)$$

$$I_{NV} = a' + bM \quad (2)$$

式中,  $I_{NV}$  为归一化植被指数;  $I_{LA}$  为叶面积系数;  $M$  为面积群体;  $a$ 、 $b$ 、 $a'$ 、 $b'$  为方程回归系数。各方程均通过显著性检验, 相关系数在 0.9 以上。

## 2.2 不同遥感生态区各类小麦苗情的农学参数

通过多年冬小麦卫星遥感实地随机考察和定点调查资料分析, 得出不同区域不同长势小麦的农学参数( 表略)。

## 2.3 冬小麦区域化苗情遥感监测指标确定

把 2.2 中不同遥感生态区各类小麦苗情的农学参数, 代入方程(1)、(2) 中, 即可得出河南省冬小麦不同区域苗情遥感监测指标( 指标略)。

把建立好的遥感监测指标输入小麦苗情遥感监测系统里, 并制成模板文件, 利用 EPPL7 的 Overlay 功能, 可将政区图、遥感生态分层图叠加到小麦遥感图象上。基于苗情等级指标模板, 利用 Count 功能, 首先统计各分区的一、二、三类苗象元个数, 再根据行政分区, 调用遥感指标模板, 计算各地市和全省的苗情分类比例。利用 EPPL7 的 DOT PLOT 模块, 可将结果输出到打印机上, 或将. EPP 文件转化为二进制文件, 通过接口软件送到遥感处理系统中, 利用遥感处理系统进行网上传输、打印输出、显示图形等服务。

## 3 结束语

利用地理信息系统把遥感资料和地理信息背景资料相结合, 提高了复杂地形条件下冬小麦苗情遥感解译精度, 在条件允许的情况下, 还可以把每一遥感生态区进一步分为多个亚区, 使遥感应用从宏观逐步推广到小区域、小范围。

小麦苗情遥感监测指标是在多年实地调查的基础上, 本着边研究、边服务、边检验、边完善的原则建立的, 对个别地面较复杂的地区可能还不完全适用, 有待逐步研究。

## 参考文献

- [1] 全国冬小麦遥感综合测产组. 冬小麦气象卫星遥感动态监测与估产[M]. 北京: 气象出版社, 1993. 289- 144
- [2] 彭望琰. 遥感数据的计算机处理与地理信息系统[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1991. 191- 380
- [3] 孙 涵, 居为民, 汤志成, 等. 在微机上实现气象卫星遥感与 GIS 一体化[J]. 南京气象学院学报, 1994, 17(增刊): 58-61
- [4] 张雪芬, 关文雅. 间作套种和丘陵岗地的小麦苗情 NOAA/AVHRR 遥感监测指标研究[J]. 河南气象, 1995, (4): 36-37

# APPLICATION OF REGIONALIZED REMOTE-SENSING MONITORING TO GROWTH OF WHEAT SEEDLINGS UNDER GIS

ZHANG Xue-fen, CHEN Huai-liang, ZOU Chun-hui

(Henan Institute of Meteorology, Zhengzhou 450003)

CHEN Dong

(Department of Environmental Sciences, NIM, Nanjing 210044)

**Abstract:** Supported by GIS, maps were overlapped of normalized vegetation index (NVI), topograph, soils, government districts, yearly rainfall, yearly mean temperature, accumulated temperature during growing period of wheat, so as that ecological layers for wheat were stratified objectively and a base graph of non-wheat image cell was plotted for average year. Based on investigations into data from monitoring networks on the ground, a set of indices were established for different layers with the aid of remote sensing. Finally, a NVI map excluding non-wheat image cells and a stratified ecological map were integrated, from which the growth of wheat seedlings was graded according to the indices and the accuracy of monitoring was increased.

**Keywords:** wheat; growth of seedlings; regionalization; remote sensing; GIS; stratified ecological zone