

# 黄淮海地区主要农作物的 光谱结构与时相分析方法

张 仁 华

(中国科学院地理研究所)

## 提 要

本文总结了我国黄淮海地区小麦、玉米、大豆、棉花的反射光谱结构和绿度模式。讨论了该四种农作物的变换图形和绿度时间剖面曲线,并指出了它们在遥感作物鉴别中的作用。

应用遥感资料进行土地复盖分类、作物估产、农业规划以及土壤水分和地表水分蒸发的研究中,作物鉴别都是相当主要的内容,而作物的光谱研究又是作物鉴别的基础。近年来,遥感工作者<sup>[1~3]</sup>对陆地卫星已有的波段,进行线性或非线性组合,将其实质性的信息以某种指标、模式或某种图形概括地表达出来,并将这些应用到作物鉴别与作物分类中去。同样,这也就是本文研究光谱结构的目的。1981年、1982年,在山东禹城进行了较频繁的光谱观测,在此工作基础上,探讨了黄淮海地区小麦、玉米、大豆、棉花四种农作物的光谱结构和绿度时间剖面曲线。对冬小麦、大豆与玉米还提出一个更逼近叶绿素含量的绿度模式。最后阐明时相分析法在作物鉴别中的可能作用。

## 一、四种农作物的光谱结构

### (一) 作物光谱的相关性与主要波段的动态轨迹

对小麦(1981年—1982年),玉米(1981年),大豆(1981年)棉花(1981年)的整个生长期进行测定,光谱范围是 $0.4-1.1\mu$ ,每隔一星期测定一次,小麦共测了13次,玉米8次,大豆8次,棉花12次。每次测定均重复12遍。每遍测定包括两条目标物和一条参考板的 $0.4-1.1\mu$ 的连续辐射亮度曲线。实际上小麦共测了468条曲线,玉米288条曲线,大豆288条曲线,棉花432条曲线。每次最后所得农作物反射率均由12遍重复数据平均而得,基本可以避免由于叶面伸展角度、阴影比例、表层叶子下面背衬(土壤或底层叶子)的差别造成的干扰。

根据作物的反射率曲线,很难鉴别作物类型。但是,从各波段反射率的各种线性组合及非线性组合中,可定量地分析出各种作物光谱结构的差别。

首先从两套不同波段的划分,剖析作物光谱结构。一套是从 $0.5-0.6\mu$ ,  $0.6-0.7\mu$ ,

0.7—0.8 $\mu$ , 0.8—1.1 $\mu$ 的四个光谱段,即美国陆地卫星-3(MSS)的多光谱波段。另一套是0.45—0.52 $\mu$ , 0.52—0.60 $\mu$ , 0.63—0.69 $\mu$ , 0.76—0.90 $\mu$ 的四个光谱段,即美国陆地卫星-4(TM)的专题制图波段。以上各光谱段均在连续的反射率曲线上,每隔0.01 $\mu$ 取一读数,然后按上述波段进行平均。

对于四种农作物,整个生长期的光谱,两套波各自波段间的相关程度如表1所示。

表 1 两套波段的各波段之间的反射率相关系数

Tab.1 Correlative coefficient of reflectivity between one and another band in TM and MSS

MSS 1 0.5—0.6 $\mu$				MSS 5 0.6—0.7 $\mu$				MSS 6 0.7—0.8 $\mu$				MSS 7 0.8—1.1 $\mu$				波段				
小麦	玉米	大豆	棉花	小麦	玉米	大豆	棉花	小麦	玉米	大豆	棉花	小麦	玉米	大豆	棉花	相关系数 (%)	波段			
TM1 0.45—0.52 $\mu$				100				99	94	93	91	65	60	87	17	5	21	13	-58	MSS 4 0.5—0.6 $\mu$
TM2 0.52—0.60 $\mu$				98	85	98	97	100				62	51	56	42	2	17	10	-18	MSS 5 0.6—0.7 $\mu$
TM3 0.63—0.69 $\mu$				98	91	91	99	99	91	93	98	100				75	89	89	91	MSS 6 0.7—0.8 $\mu$
TM4 0.76—0.90 $\mu$				10	15	22	50	14	36	27	-44.5	10	15	19	-55.4	100				MSS 7 0.8—1.1 $\mu$
波段	相关系数 (%)	小麦	玉米	大豆	棉花	小麦	玉米	大豆	棉花	小麦	玉米	大豆	棉花	小麦	玉米	大豆	棉花			
波段		TM1 0.45—0.52 $\mu$				TM2 0.52—0.60 $\mu$				TM3 0.63—0.69 $\mu$				TM4 0.76—0.90 $\mu$						

- 从表1可归纳如下几点:
- 对于四种农作物整个生长期的光谱而言,陆地卫星-3的第4波段(0.5—0.6 $\mu$ )与第5波段(0.6—0.7 $\mu$ )呈高度相关。陆地卫星-4的第1波段(0.52—0.60 $\mu$ )、第2波段(0.63—0.69 $\mu$ )、第3波段(0.63—0.69 $\mu$ )相互之间也呈高度相关。相关系数均在95%左右。
  - 对于可见光波段(0.4—0.7 $\mu$ )<sup>1)</sup>,与近红外波段(0.8—1.1 $\mu$ )之间而言,小麦呈现高度不相关,相关系数在2—10%之间。而玉米不相关次之,相关系数在15—36%之间,第三为大豆,相关系数22—45%之间。棉花则呈负相关,相关系数变化在-45%到-58%之间。
  - 陆地卫星-3的第6(0.7—0.8 $\mu$ )与第7(0.8—1.1 $\mu$ )波段亦呈较高的相关性,而陆地卫星-4的第3(0.63—0.69 $\mu$ )与第4(0.76—0.90 $\mu$ )波段则不甚相关。
- 由上述可知,对于这四种农作物所有可见光波段的反射率均呈高度相关,也就是说可见

1) 实际上,可见光与近红外光的分界线在0.72—0.76 $\mu$ ,这里为了与陆地卫星波段相对应。

光的任一波段所含有的信息是差不多的。可见光波段之间的线性组合或非线性组合不可能带来更多的信息。同样两个近红外波段的反射率也呈现高度相关，它们之间的线性或非线性组合也不会得到额外的信息；而农作物的主要信息蕴藏在可见光波段与近红外波段的组合，复配的综合参数及其动态变化之中。

从观测资料看出，这四种作物具有如下共同点：即在 $0.45\mu$ 和 $0.67\mu$ 附近反射率较小，在 $0.55\mu$ 附近反射率较大些，到 $0.7\mu$ 后反射率急剧增大。这是由于植物体内所包含的色素（如叶绿素，叶黄素、胡萝卜素等）和细胞构造所造成的<sup>[4]</sup>。在可见光区，主要反映了作物的含色素。叶绿素虽然在 $0.55\mu$ 处（即第4波段）呈明显反射峰，而它又在 $0.645$ 和 $0.663\mu$ 处有明显的吸收峰（即第5波段），根据前节分析，作物在这两波段的信息量相近。另外叶黄素与胡萝卜素的主要信息在 $0.6—0.7\mu$ 波段。再加上大气传输的结果（在黄绿光部分，大气程辐射强）陆地卫星照片（磁带记录相同）第5波段的效果比第4波段好，综合上述各点，通常用第5波段来表达作物在可见光区的信息。近红外光主要反映作物叶子的细胞结构。不同的作物，由于它们的表皮等组织/细胞大小、形状，排列均不一样，它们存在的液相与气相细胞间隙也不同。因此受到太阳辐射照射时，势必会形成细胞间的多次反射、折射、散射三方面的差异，在总体效果上看，就形成近红外区的不同反射率值，同理说明，对于同一作物，这种细胞大小、形状、排列的差异很小，具有相对的稳定性。从而也使得近红外区成为判别作物的有效波段。

显然，第6波段（ $0.7—0.8\mu$ ）属于过渡波段对于作物信息是不稳定的。

由此分析，第5波段与第7波段能有效表达作物在色素与结构方面的信息。本文采用这两个波段来研究作物光谱结构。

图1为冬小麦整个生长期两个波段的相关动态轨迹。

图中第四点到第五点显示了MSS7的急剧升高，这两个阶段既是叶绿素上升阶段又是叶面积指数上升阶段。它们的轨迹图生动地反映了作物色素与结构上的信息。但由于MSS5的尺度在横坐标上难以处理，再加上其他因素，引入绿度概念，显得更有实用价值。这将在下面讨论。

## （二）作物绿度模式及其与四波段平均反射率的关系

美国宇航局和密执安环境研究所的遥感工作者，在鉴别作物方面提出了许多有实用价值的参数或指标，并着重研究它们的动态变化。其中有代表意义的是绿度模式（Greenness）和图形转换模式<sup>[5]</sup>（Tasseled-Cap）。

本文以两套绿度模式进行计算，其中一套是

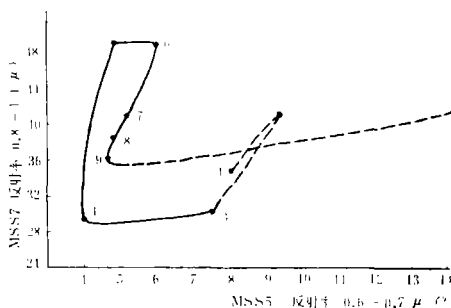


图1 小麦MSS5与MSS7的动态轨迹

Fig.1 Track of reflectivity between MSS5 and MSS7 for wheat

测量日期：1—3月22日，2—3月25日，3—4月1日

4—4月7日，5—4月13日，6—4月26日

7—5月4日，8—5月13日，9—5月20日

$$G1 = \frac{MSS7}{MSS5},$$

$$G3 = \sqrt{\frac{MSS7 - MSS5}{MSS7 + MSS5}}$$

$$G2 = \sqrt{\frac{MSS7}{MSS5}},$$

$$G4 = \sqrt{\frac{MSS7 - MSS5}{MSS7 + MSS5}} + 0.5$$

这里G为绿度, MSS7为0.8—1.1μ的平均反射率, MSS5为0.6—0.7μ的平均反射率。另一套是

$$G1' = \frac{TM4}{TM2}$$

$$G3' = \sqrt{\frac{TM4 - TM2}{TM4 + TM2}}$$

$$G2' = \sqrt{\frac{TM4}{TM2}}$$

$$G4' = \sqrt{\frac{TM4 - TM2}{TM4 + TM2}} + 0.5$$

这里TM4为0.76—0.96μ的平均反射率值, TM2为0.52—0.60μ平均反射率值。

如果上述的绿度模式要在鉴别作物中有实用价值, 则模式应该与叶绿素含量、叶面积指数、作物水势 (plant water stress) 等有较好的相关关系, 为了探求绿度与作物水势的关系, 我们于82年5月23日10—14时 (天气晴朗, 空气干燥, 天空偶有高云) 在六块不同土壤水分含量的小麦地上同时测量了作物反射光谱和土壤含水量。(每块地重复测定3次) 结果表明: 不同的波段, 不同的绿度和土壤水分有不同的相关系数。其中以G2与土壤水分有较高的相关性。相关方程为

$$S_m = 5.18 + 4.76G2$$

这里S<sub>m</sub>为土壤水分, 单位为百分比。方程相关系数为0.71。

绿度表征作物叶面积指数 (单位面积里叶子总面积比数) 的功能, 在下节的绿度的时间曲线中可直观地看到。绿度也可以表征作物的存在临界线。没有作物的背景 (如土壤) 其绿度值并不为零。在播种前与收割后, 我们测定了这四种农作物的背景 (即土壤) 绿度值, 见表2。这是没有大气辐射叠加的作物存在的临界值。表中指出作物存在的临界值是G1 = 1.90—1.98。有人经验地指出<sup>[6]</sup>, 利用陆地卫星各波段的亮度计算作物存在的 MSS7/MSS5

表2 作物背景绿度值\* (山东禹城测点)

Tab.2 Greenness values of the background of crops (Yu Cheng, Shandong province)

绿 度	干 土**	湿 土**	绿 度	干 土	湿 土
G1	1.90	1.98	G1'	2.94	1.77
G2	1.38	1.41	G2'	1.72	1.33
G3	0.31	0.33	G3'	0.49	0.23
G4	0.90	0.91	G4'	0.99	0.88

\* 绿度值为播种前收割后二次测量平均值、土壤为中壤土。

\*\* 土壤水分含量: 干土14.1%, 湿土20.3%

比值为0.55。这可能一方面是两地背景绿度值的差异；另一方面是天气影响。文献〔6〕利用卫片印象密度转换的亮度值除了地物反射率信息外，还有很多不固定参数（由大气成分不同造成太阳辐射、环境辐照度的差异等），因此地面与卫片临界值的差异是必然的。而且，详细地研究与测定这种差异对大气订正与卫片解释均是有用的。

如果将四种作物的MSS5和MSS7组合绿度模式作为变量，而将 $0.4-1.1\mu$ 平均反射率作为另一个基本变量在这两个变量的象限里，每种作物有没有独特平面图形？能不能包含富有特色的鉴别信息？

回顾一下Kanth和 Thomas〔5〕所提出的绿度，是以陆地卫星-3中多光谱MSS的各波段辐射亮度值作为变数，由于这两个变量是卫星数字磁带信号或磁带回放以后的照片密度信号，它们只能表达亮度值。显然，这亮度值包括了太阳辐射、大气传输、环境辐射照度以及作物反射率等综合信息。其中真正反映作物信息的是作物反射率。因为前三项因子与环境、天气条件，大气状况密切有关，由此而得的图形转换模式，很有可能随外界条件的变化而带来波动。

进行地面测量获得的作物反射率资料，不随外界条件变化而变化，本文绿度模式中的MSS值，一律采用反射率，而不用辐射亮度值。因此绿度是一个反射率的比值，是无量纲的。而平均反射率应有一个渐变过程，因环境因子而波动的异常情况可得到纠正。

下面为四种农作物的绿度  $G1$  与  $0.4-1.1\mu$  平均反射率  $\bar{\rho}$  两个变量的转换图形。

四种作物的转换图形，与典型的Tasseled-Cap转换图形相近。每一种作物均有其本身独特的图形，并在  $G1-\bar{\rho}$  象限里占有不同的空间位置。

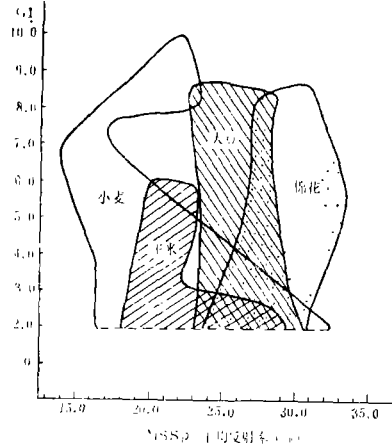


图 2 小麦、玉米、大豆、棉花的  $G1-\bar{\rho}$  转换图形

Fig.2 Graphic transformation of  $G1-\bar{\rho}$  for wheat, corn, soybean and cotton

## 二、光谱时相分析方法

如上面所述，绿度转换图形反映了两维变量的形象变化规律。对于不知道作物播种，收割的具体日期的遥感资料，这种绿度转换图形确实能起到非常重要的作用。然而，它尚缺乏时间变量。例如上面描述的四种植物图形，就无法知道它们的生长期的长短，特别是两种作物在图形与空间位置相近时，需要时间参量来加以鉴别时，它就有一定的局限性。同时它也无法用类似叶绿素含量、水势叶面积指数等具有时间性变化的生理生态参量来对比、校正和分析。事实上，作物生长本身就是时间的函数。作物生态的变化是渐变的而不是突变的。作物生长的连续性一定伴随着光谱的连续性。有理由认为农田的作物光谱随时间的变化是一个连续函数〔7〕。陆地卫星照片（影象图）是连续函数的抽样，如果通过地面光谱频繁的测定

而建立的连续函数模式，可以对两张相隔18天的卫片上的信息进行内插，从而也就扩大了卫片的应用范围。

(一) 绿度的时间剖面曲线

我们仍按两套波长，四种绿度模式，画出了小麦、玉米、大豆、棉花四种农作物的绿度时间剖面曲线。图 3 为按陆地卫星-3的波段计算的四种绿度的时间剖面曲线。从图中可看出，绿度值不是从零值开始，即作物的背景——土壤有一个绿度起始值，当作物封垄之前，或作物层不完全复盖时，所测得的是作物和土壤的混合光谱。本文讨论的四种作物一般都能完全复盖。

又如图 3 所示，四种绿度的时间剖面线有相似之处，也各有其特征，G1 的绿度曲线波动较大，G2、G3、G4 的波动逐渐变小。曲线的特征峰位置均一致。按陆地卫星-4 专题制图波段计算的G1'G2'G3'G4'，其曲线轮廓特征相似，峰谷的相位均相同，不再赘述。现讨论小麦的四种绿度曲线与叶绿素含量变化曲线的吻合情况。在82年 3 月21日小麦返青后，叶绿素含量一直上升到 4 月13日成为整个生长期的峰值。绿度G1-G4在 3 月31日出现一个小波动后，再迅速上升，到 4 月13日也达到峰值。在此峰值以后，绿度与叶绿素含量均开始下降，叶绿素含量在扬花以后又有回升，在 5 月12日扬花和灌浆期，叶绿素含量明显下降。G3、G4 绿度在抽穗扬花期保持不变，一直到灌浆以后才急剧下降。然而G1、G2却在扬花灌浆期也有所回升。

值得指出的是，我们改变绿度模式，使绿度变为 $G6 = \frac{MSS7}{(MSS5)^2}$ ，也就是说在分母上

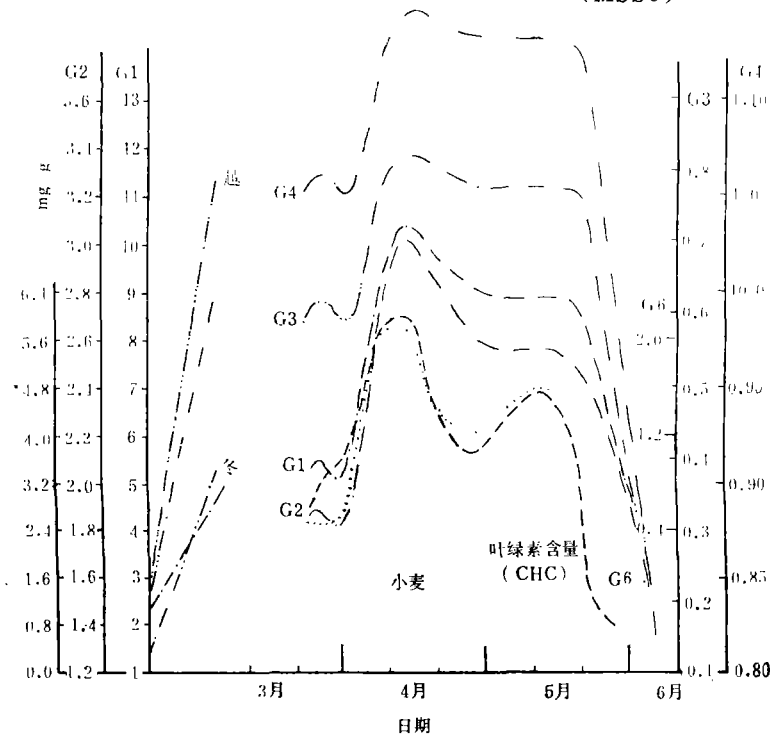


图 3a 小麦几种绿度和叶绿素含量的时间剖面曲线

Fig.3a Several time-profiles of greenness and chlorophyll content for wheat

逐渐加大MSS5的指数, 绿度曲线由单峰形逐渐变成了双峰形。G6的曲线与叶绿素含量吻合得很好。

对于大豆, G3的曲线已经与叶绿素含量曲线比较一致, 我们不再选择绿度模式作进一步拟合。见图3b。

对于玉米, 我们也可寻找一个绿度函数拟合叶绿素含量: 即采用下面公式:

$$G_7(t) = \begin{cases} \frac{MSS7}{(MSS5)^2} \times 5 + 1 & t \leq 7 \text{ 月 } 21 \text{ 日} \\ \frac{MSS7}{MSS5} & t > 7 \text{ 月 } 21 \text{ 日} \end{cases}$$

则G7的曲线与叶绿素含量拟合得相当一致, 见图3c。

对于棉花, 四种绿度均出现三个峰值, 而叶绿素含量只出现两个峰值。特别是在生长旺盛期的八月下旬, 反而叶绿素含量降低。这可能是棉花的叶绿素含量测定存在一定问题, 因此不再作进一步拟合。

以上是在没有改变波段范围, 仅改变波段的比所作的拟合, 可以想像出, 如果波段的范围作有目的的选择, 绿度模式会组合得更丰富。通过对三种作物的某生理参量的拟合, 启发我们, 有些作物的真实生理生态参量可以通过各种绿度模式去拟合, 也进一步说明可见光和近红外波段的组合, 蕴藏着丰富的信息。

如果叶绿素含量是作物健康、旺盛的主要指标, 那么可以建议: 以G6表达冬小麦以G3表达大豆, 以G7表达玉米为好。

另外, 分析图3c也可看出, 玉米的绿度时间剖面曲线由于波段划分的差别, 出现有显著差别的两样绿度曲线。这事实表明, 象绿度这样物候概念较明确的参数, 由于波段的划分不同, 可以得出不同的物质特征。用陆地卫星-3波段的G7绿度峰值出现在7月12日前后, 即在玉米抽雄之前, 并与叶绿素含量变化十分一致。而用陆地卫星4波段的绿度峰值出现在8月9日前后, 在抽雄之后。如果考虑到与叶绿素含量配合, 陆地卫星-3波段G7更适合表达玉米的特征。这种波段划分所引起的差异, 也是在我国卫星最佳波段选择中应该考虑的因素之一。

## (二) 作物鉴别

陆地卫星的数字化资料分析与解译已普遍采用。对农作物的鉴别, 传统的类聚训练法已不能胜任。这是因为很多不同农作物在某一张陆地卫星图片上往往具有相同的亮度甚至相同的绿度。也就是说, 在类聚图上是属于同一类。也无法通过地面采样对计算机进行训练。例如, 大豆、玉米与棉花三种作物在7月、8月有些时段绿度是相同的。即使在绿度有差异的

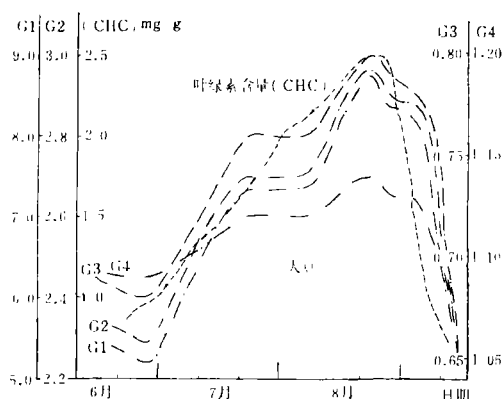


图 3b 大豆的几种绿度与叶绿素含量时间剖面曲线

Fig.3b Several time-profiles of greenness and chlorophyll content for soybean

时段，由于缺乏前后的动态过程，也很难根据他们的某些绿度差异来鉴别他们的类别为此，建立作物的动态多时相资料就显得更加必要。

图4a、4b为玉米、大豆、棉花在1981年7月、8月间绿度G2和G3'的时间剖面比较图。

三种作物的特异性是明显的。我们如果将三种作物的绿度曲线分别向正负方向扩展20%，使它们由一条线扩展成一条带，它们的特异性仍然是明显的。也就是说，即使81年的资料与其他年份的资料误差（或不稳定度）为20%，根据三种作物的7月8月的绿度全过程曲线，仍可把它们分辨出来。再者，从图4a、4b的差异可知，改变绿度模式，可以由原来差异小的变成差异大的（见7月10日附近）。如果进一步采用各种线性与非线性组合，可得出更多有鲜明差异的绿度曲线。

因此有了这些动态模式作依据，使用18天重复一次的陆地卫星资料，一般能把这三种作物鉴别出来。

以1981年为例，在选择陆地卫星资料时，应避免选用类似7月10日、8月22日这种绿度

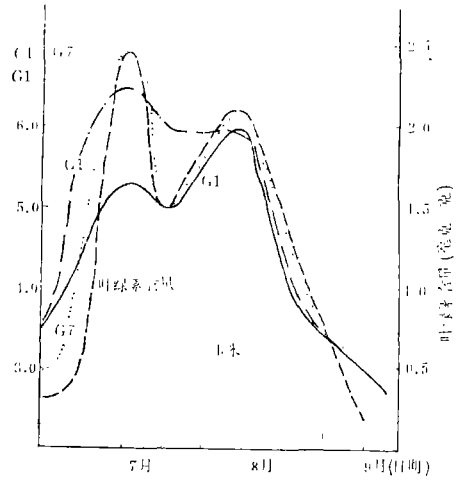


图 3c G7 和玉米的叶绿素含量对比，及G1、G1' 两套波段的绿度剖面曲线对比

Fig.3c Comparison of profiles between G7 and chlorophyll content for corn, and between G1 (MSS) and G1' (TM)

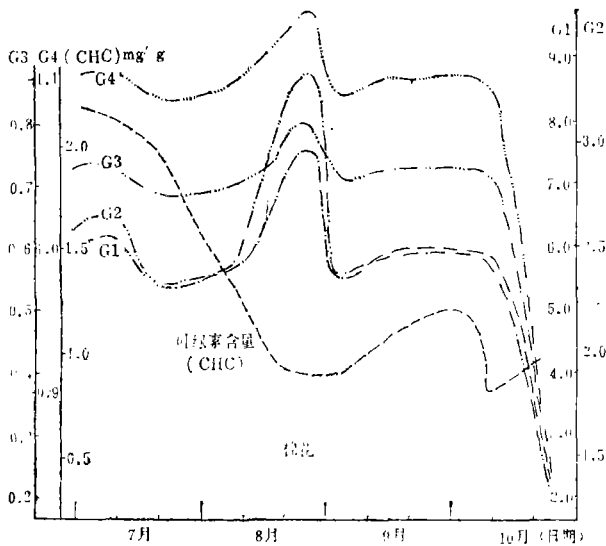


图 3d 棉花的几种绿度时间剖面曲线

Fig.3d Several time-profiles of greenness and chlorophyll content for cotton.



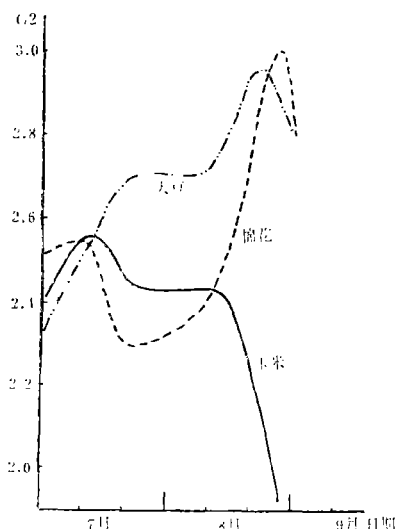


图 4a 七、八月份三种作物的绿度G2对比  
Fig.4a Comparison of greenness G2 in July and August

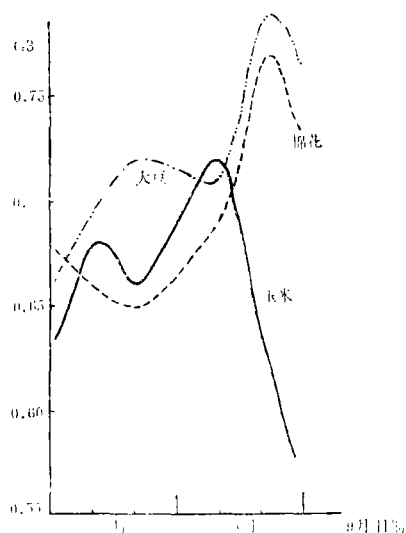


图 4b 七、八月份三种作物的绿度G3'对比  
Fig.4b Comparison of greenness G3' in July and August

相近的资料。如果陆地卫星的资料已经日期固定,而且正巧落在这些日子里,又只有一张卫片,没有连续资料,这就必须有这三种作物的多年平均的绿度动态模式,并且知道每年的变率,方可采用多种绿度指标作多次对比,把这三种作物鉴别出来。例如,(假定81年资料是相当稳定的)在7月10日可用G3'区别大豆、玉米、棉花。8月10日可用G2鉴别出大豆,用G3'鉴别出棉花,8月22日可用G3'鉴别出这三种作物。

### 三、结 论

1. 小麦、玉米、大豆、棉花在可见光几个波段之间,以及在近红外几个波段之间均具有高度相关性。这四种农作物的鉴别信息主要蕴藏在可见光和近红外波段的反射率所组合的综合参数里边。

2. 这四种农作物各自具有独特的绿度转换图形为用动态遥感资料鉴别它们提供形象依据。

3. 小麦、玉米、大豆、棉花的两套波长的绿度时间剖面曲线各具特色,是更细鉴别作物的有用手段。本文提出的新的绿度组合模式G6和G7分别与小麦和玉米的叶绿素含量曲线十分吻合,G3和大豆的叶绿素含量曲线较为吻合。

4. 巧妙组合绿度模式,合理运用绿度模式,可带来更多的信息

5. 对于玉米,不同的波段划分,可得出不同的绿度时间剖面曲线。关于这点,也是我国卫星最佳波段选择应考虑的因素之一。

本文主要目的是阐明作物多时相光谱在作物鉴别中的作用,重点介绍研究方法。由于资

料年代尚短、结论尚是初步的。笔者旨在抛砖引玉，以求得我国的遥感作物鉴别工作的发展。

本工作得到左大康同志和张晋同志的指导和帮助，审稿同志也对本文提了不少修改意见参加本工作的还有姜东文等五位同志，一并在此表示衷心感谢。

### 参 考 文 献

- 〔1〕 Tucek, C. j., Red and Photo-graphic Infrared Liner Combination for Monitoring Vegetation, Remote Sensing of Environment, 8: 127-150 1979.
- 〔2〕 Nalepka, R. J., Colwell and D. Rice, Forecasts of winter wheat and Production Using Landsat Data, Report 114800-38-F, Environmental Res. Inst. of Mich, Ann Arbor, MI, December 1977.
- 〔3〕 Malila, W., J. Gleason, F. Sadowsi, F. Sadowsi, R. Cicone, and E. crist, Applications of Mdeling to Analysis and Processing of Landsat Data, Proc. of 12th International Res. Inst. of Ann Arbor. Mt, April 1978.
- 〔4〕 Swain, P. H. and Davis, S. M.et. al. Remote Sensing the Quatitative Approach, McGraw-Hill Inc. 1978.
- 〔5〕 Kauth, R. J. and G. S. Thomas, The Tasseled-cap—A crop-hic Description of the Spectral-Temporal of Development of Agricultural Crops AS Seen by Landsat, Machine Processing of Remotely Sensed Data, Symposium Proceedimgs, Purdue/LARS, Were Lafayette IN, 1976.
- 〔6〕 Malila, W. A., P.F. Lambeck and E.P. Crise, Landsat Features for Agricultural Applications, Symposium on Remote Sensing of Environment, April, 1980.
- 〔7〕 Crist, E.P. and W.A. Malila, : A Tomporal-Spectural Analysis Technique for Regetation Application of Landsat, Symposium Proceedings, At 14-th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 4, 1980.

# THE SPECTRUM STRUCTURE AND THE TEMPORAL-SPECTRAL ANALYSIS OF STAPLE CROPS IN NORTH-CHINA

Zhang Renhau

(Institute of Geography, Academic Sinica)

## Abstract

This paper discussed the spectrum structure and time profiles of greenness for wheat, corn, soybean and cotton in North-China according to spectral data observed in Yucheng, Shandong provinces in 1981 and 1982. It was proved that primary informations for interpreting the four crops containing in modes of greenness made up of reflectivity of visible region ( $0.4-0.7\mu\text{m}$ ) and near-infrared region ( $0.8-1.1\mu\text{m}$ ). The combination of any band in the visible region does not produce more informations for interpreting the four crops, nor does the combination of any band in infrared region. Graphic transformations and time profiles of the greenness which have unique features for four crops were depicted, and their roles in interpretation were shown. We presented three new models of greenness: G6, G7 and G3, with which we can approach chlorophyll contents for wheat, corn and soybean respectively. More informations for interpreting crops can be obtained when the models have been ingeniously combined and rationally used. Different time profiles of greenness will be got when division of band is different. The above mentined characteristics should be considered in choosing optimum band for resource satellite of China.