

苏联航空遥感技术在农业气象 观测中的应用

研究农作物生育状态在天气和气候影响下的时空变化规律,是农业气象学的主要任务之一。

苏联虽然已建立了包括专业农业气象站、进行农业气象观测的水文气象站和农业气象哨在内的农业气象观测网,但是,由于农业气象要素的时空变化性大,仅根据观测地段上的农业气象观测资料已不能满足客观的需要了。因此,苏联和其他国家都开始研究农业气象遥感观测技术和设备。

在苏联,先研究出光度法以探测植被参数。这个方法建立在作物群体生产力及其结构特征(地上植物质、投影覆盖面积、植株密度、叶面指数)与可见光不同谱段上群体亮度系数之间存在的关系。经验证明,两者的关系可用下式表示:

$$R_{np} = \frac{R_p(R_p R_n - 1) + (R_p - R_n)e^{-\alpha E m}}{(R_p R_n - 1) + R_p(R_p - R_n)e^{-\alpha E m}}$$

式中, R_{np} ——土壤—植被系统的亮度系数; R_n ——土壤亮度系数; R_p ——最大密度植被亮度系数;
 m ——植被参数(植物质、叶面积); $E = \frac{1 - R_p^2}{R_p}$;
 α ——代表该类植被的常数。

使用这种方法,必须对仪器刻度进行校准,在同一块面积上可通过对 R_{np} , R_n 和相应的植被参数进行同步观测来实现。仪器刻度应尽量地包括该作物生育状态的整个谱段。根据观测结果,制作 R_{np} 和 R_n 校准曲线。然后或在空中或在地上测定 R_{np} 和 R_n 值,再根据这些校准曲线就能确定植被参数

了。为了减少光照条件、大气状况、整地情况和土壤湿度对上述关系的影响，使用了两个谱段的亮度系数。

为了提高观测资料的质量，1972年实验气象研究所研制出一种农作物生育状态的综合飞机探测系统。该综合探测系统线路见附图。

飞机综合探测仪器是由感应元件、模拟记录设备、多通道数字打印系统、多通道穿孔系统以及确保仪器正常功能和控制的设备组成。感应元件用的是管式双通道光度计，其中一个通道对吸收叶绿素波段(650—670毫微米)灵敏，另一个对植被最大反射波段(750—780毫微米)灵敏。采用三种记录法：一类是模拟记录法，记在 KCII-4 型的自动电子电位计自记带上。这主要供目视控制用。而从业务工作角度上讲，用第二类数字打印记录法好。但是，为了不用手工整理资料，提高情报的使用性和精度以及适应科研工作，又以用第三类穿孔纸带记录更好(用电子计算机)。

资料，是评定群体状态和做产量预报时的情性指标。研究证明，谷类作物抽穗期的植物质和未来的产量间存在着很好的相关关系，相关系数为 0.75 到 0.94，这视作物和地区而定。例如根据航空光度探测结果，计算了冬小麦和春小麦平均产量和抽穗期植物质间的线性方程，计算结果见下表：

附表 苏联欧洲中部地区冬小麦(a)和春小麦(b)州平均产量与抽穗期植物质间的相关系数 r 、回归方程的均方差 S_y 和常数 k 和 b

地 区	r		S_y		k		b	
	a	b	a	b	a	b	a	b
非黑钙土地区	0.75	0.73	2.42	3.0	0.15	0.18	2.34	2.23
中部黑钙土地区 和乌克兰	0.94	0.81	2.54	3.95	0.09	0.21	9.15	2.29

这表明，在目前的产量预报模式中可以使用这类资料。于是 1978—1979 年，农业气象研究所研究出，根据航空光度探测结果定量地评定作物状态的方法。

用航空遥感技术探测农作物状态的系统是建筑在测定不同光谱段内(0.4—14.0 微米)的光谱亮度系数基础上的。这种系统的优越性在于它不仅能自动收集和自动整理资料，而且还能进行自动分析，能给出沿航线不同类型的面积图表。在这些图表中采用最简单的分类法：如绿色植被、土壤、水面；或采用较为复杂的分类法：如不同作物的种植面积。不过，识别作物种类，尤其是作物发育期，确定作物生长状态是非常困难的事情。因为，影响群体反射光谱曲线的因子很多。因此，必须在不同生长期对各种作物群体的光谱亮度系数进行大量的测定。

农业气象研究所已研究出一批这种仪器设备(地上和空中用)。地上用的光谱仪测量波段为 400—1000 毫微米，借助绳索把光谱仪系到各作物群体表面上的 10—12 米处，用多谱段穿孔系统记录。用这种设备获得了大批试验资料，再根据这些资料研究各种因子对群体光谱亮度系数(СКЯ)的影响。

为了在空中研究 СКЯ，又研制出一批机载光度计和扫描仪：如机载 6 通道光度计、机载多谱段光度计以及多谱段扫描仪。

光度计由两个部件组成：光学机械部件和电子部件。光学机械部件把下垫面和天空半球的光通量



附图

研制仪器设备的同时，还研制从穿孔系统输送来的信息定位的综合程序组件：信息输入和记录组件(执行辅助控制初始信息系统的任务)；控制组件；计算平均(州、地区、航线)特征量的组件等。必须指出，在研制程序组件时，应尽最大可能遵循组件相互独立的原则，这样才有可能在不改变整个组件的条件下，很容易地更换个别组件。这套系统经过 1972—1973 年试用后，1974 年开始投入使用。

目前，苏联水文气象系统内已建立了 4 个航测考察组(莫斯科、中亚、高加索、乌克兰)。这 4 个组已对苏联大部份地区作物和牧草生长状态进行定期的航测。探测结果(照片略)绘制成放牧场植被生产力图，提供沿航线作物地上部份的资料，并作出群体状态的评定。在制订畜牧业规划时，农业机关已使用了牧场植被生产力图了。而谷类作物地上部份的

转换成光脉冲,并将光脉冲投射在光电放大器的光电阴极上(ФЭУ),建立光谱选择性,并把同步脉冲输送给电子部件和记录系统。光学机械部件由6个安装在总机壳内的相同波道组成。每一波道的接收物镜,用的是摄影物镜(Юпитер-9)。为了区分出需要的谱段,使用了干扰滤光镜。

光通量用一个所有通道共用的圆盘调制。信号用带有同步积分器的放大器。放大信号和同步信号传输到记录系统。已有两种机载多谱光度计。只是它们的标准器不同,而它们的光学线路是相同的。目标物的或标准器的光通量通过物镜旋转镜头射向光电放大器的光电阴极上。通过干扰滤光器,进行光谱选择。滤光器安装在由电动机带动转动的过滤箱中。感应元件和过滤箱牢固地安装在一起。这样,感应元件输出的一组组同步脉冲就传输给记录系统。记录器与РФК-5型摄影机同步运行。

在研究农作物生长状态遥测方法过程中已使用了上述仪器与设备。

此外,从六十年代初起,实验气象研究所、地球物理现象总台以及中亚区域水文气象研究所,对机

载 γ 射线测定土壤温度和积雪含水量的技术进行了大量研究。1970年起,机载 γ 射线仪测定积雪含水量投入业务观测中使用。1978年5—6月,全苏农业气象研究所用N-14型飞机对苏联欧洲四个地区(约一百万平方公里)进行了土壤湿度测定,误差为1—2%。

但是,要成功地解决作物生长状态综合遥感探测方法,还须进行大量的深入研究和试验工作,需要更加先进的记录和加工系统。

参 考 文 献

- [1] А. Д. Клещенко 等, Тр. ВНИИСХМ, Вып. 1, 58—65, 1980 г.
- [2] А. Д. Клещенко 等, "Проблемы метеорологии", 165—171, 1979 г.
- [3] В. А. Коваленко 等, "Мир", 1974 г., № 9, 93—97.
- [4] Г. А. Аванесов 等, "Мир", 1974 г., № 4, 30—36.
- [5] Ю. И. Чирков "Агрометеорология", 1979 г.

连 山