

NOAA/AVHRR 资料在中小尺度地区 进行冬小麦估产的应用研究*

肖淑招 孟宪钺 张桂宗

(天津市气象科学研究所)

1987年6月17日收稿

摘 要

本研究以天津市冬小麦估产为模式,阐明了 NOAA/AVHRR 资料应用于中小尺度地区农业产量预报的可行性。在分析资料时,运用水面的光谱值校正大气因子,采用地理现状底图排除混杂因素,使资料趋于稳定;在利用植被指数与产量因子建立各种回归预报方程时,进行了区域订正和积温订正,从而使预报准确率达到 95% 左右。

一、前 言

TIROS-N 系列卫星是美国国家海洋大气局 (NOAA) 控制和管理的第三代极轨业务环境卫星,其主要传感器是高分辨率辐射仪 (AVHRR)。AVHRR 的通道 1 (CH_1) 和通道 2 (CH_2) 与 Landsat MSS 通道 5 (MSS_5) 和通道 7 (MSS_7) 具有相近的光谱波段和光谱响应函数^[1]。通过 CH_1 和 CH_2 资料进行综合分析,可以捕捉到 MSS_5 , MSS_7 所能获得的绝大部分信息,所以能较好地表达绿色植被的吸收波段和对近红外的特征反射峰。TIROS-N 系列每日都能提供 NOAA/AVHRR 资料,有利于动态监测,所以近几年越来越广泛地应用于植被监测和农作物的估产。

AVHRR 星下点空间分辨率为 1.1km。天津市所辖区域不大,种植混杂,混合像元所占比例较大,因此这样低的分辨率使图像失去细节。另一方面, CH_1 和 CH_2 资料(以下称绿度值)未经卫星运行中的动态定标,未消除大气的影响,所以使资料难以直接应用于我市产量预报。为此,在使用 CH_1 , CH_2 绿度值时,运用本市于桥水库水面的光谱测值校正大气因子的影响,使资料趋于稳定。为了排除地面主要因子(非粮食耕地)的干扰,制作了地理现状底图。在分析粮食耕地的绿度值时,不是去判别某个像元,而是考虑某层的平均绿度值,进而与产量因子建立回归预报方程。在使用预报模式时,应先对绿度值进行区域订正和积温订正,最后以各层的预报值集成为全市的预报值,从而消除正负值的误差,提高预报准确率。通过以上一系列的技术处理,证明 NOAA/AVHRR 资料用于天津市冬小麦估产不仅可行,而且其预报准确率能够达到 95% 以上。

本研究所用的资料及其来源有: NOAA/AVHRR 资料,由国家气象局卫星气象中

心提供; Landsat MSS 和 TM 影像,购自国家遥感中心; 1:3 万彩色红外航空像片,由天津市测绘处复制; 1:10 万土地利用现状图,由天津市农业区划办公室提供; 农业资料,由天津市农林局和各监测点提供; 气象资料,来自天津市气象局。

二、资料处理方法

1. 分层抽样

由于卫星反映的给定像元的光谱辐射值,一般代表一个混合信息,只有当被研究的地物有足够大的区域,并且其影像要素呈高反差均匀覆盖时,遥感信息才能反映该地物的特征^[2]。因此在考虑研究对象时,不是着眼于每一个像元,而是以 10 万亩以上的大片土地为一个样本进行分析。在确定样本数目前,首先确定抽样区、县的数目。按要求,抽样区、县的冬小麦种植面积之总和应占本市冬小麦总种植面积的 80% 以上;样本平均单产与全市平均单产误差不超过 $\pm 2\%$ 。据此在全市共确定播种面积较大的六个区、县(武清、蓟县、宝坻、静海、西郊和宁河),其播种面积占全市冬小麦总播种面积的 88.6%,平均单产与全市平均单产误差为 1.7%。为了便于统计,将每个区县分为 2 至 3 层,全市共分 17 层。分层的方法是利用天津市土地利用现状图和 1984 年 9 月 10 日,1985 年 3 月 21 日 Landsat TM 卫片,将同类土地利用类型分为一层,层的边界与该层所含乡的外廓界重合。

2. 地理现状底图的制作

天津市总土地面积为 1731.5 万亩。其中 806.3 万亩为粮食耕地(不包括稻田),占全市总土地面积的 46.6%;全市冬小麦种植面积为 200 万亩左右,仅占全市土地面积的 11.6%,占粮食耕地的 24.8%。这样,全市区域内的平均绿度值就难以反映冬小麦的长势,为此必须从全市的绿度图中扣除非麦地。由于麦田分布每年有变化,而粮食耕地的变化很小,因此可用由绿度图中扣除非粮食耕地的方法来逼近。

为了确定遥感资料的地理位置,一般借助于用聚酯薄膜制作的与遥感资料比例尺相同的地图,通常称它为地理底图。若把地面的现状标在图上,则称地理现状底图。

地理现状底图的制作方法是,以 1984 年的 1:10 万天津市土地利用现状图作为工作底图,参考 1984 年 9 月 10 日,1985 年 3 月 21 日 Landsat TM 2, 3, 4 波段合成的 1:25 万卫星像片,以及 1985 年 6 月 5 日部分区县 1:3 万的彩色红外航空像片,结合实地调查制作蓟县、宝坻、武清、宁河、静海、西郊六个区、县的 1:10 万地理现状图。地类分为粮食耕地和非粮食耕地两种,然后按照 AVHRR 绿度值表的比例尺缩成与之相同大小的地理现状底图。

由于 AVHRR 地面分辨率低,星下点轨迹有 9.5 日周期的变动,冬小麦的覆盖度随视度而变,地理座标难以精确确定,因此地理现状底图不宜制作过细,否则会产生较大误差。

本文运用四种地理底图对 1984 年 4 月 29 日的 AVHRR 绿度图进行处理分析后,建立了单产预报模式(表 1)。

表1 用不同地理底图组建预报方程拟合表
Table 1 Fitting of the forecast equations derived by using different contours

地理底图类型	单产预报模式	显著性检验水平 α	剩余标准差
1.全市空白图	$Y = 0.02 \times 2398.83^{(CH_2/CH_1)}$	0.1	35.08
2.六区县空白图	$Y = 79.43 \times 2.13^{(CH_2/CH_1)}$	0.05	19.83
3.图斑 > 0.01 厘米 ² 的六区县图(图1)	$Y = 147.91 \times 1.41^{(CH_2/CH_1)}$	未通过	27.95
4.图斑 > 0.32 厘米 ² 六区县图(图2)	$Y = 81.28 \times 2.08^{(CH_2/CH_1)}$	0.01	18.81



图1 图斑 0.01 厘米²以上的六区县地理现状底图 Fig. 1 The geographic contour of six districts and counties with spots larger than 0.01 cm²
图2 图斑 0.32 厘米²以上的六区县地理现状底图 Fig. 2 The geographic contour of six districts and counties with spots larger than 0.32 cm²

由表1可见,第3种图由于制作过细(0.01厘米²的图斑相当于地面0.09公里²),在NOAA/AVHRR绿度图中不足一个像元,所以建立的预报方程拟合率不如空白图的高。第4种图方程拟合率最佳。因此,地理底图上的图斑以大于0.32厘米²(相当地面2.88公里²,在绿度图上约占3个像元)为宜。

3. 绿度总值的校正

没有条件制作地理现状底图时,可以采用以下方法进行校正,以排除地面主要因子的

干扰。

由于 4, 5 月份, 田间除了麦苗以外, 树木、杂草(包括芦苇)及春菜已开始生长, 此时所获得的绿度值不仅反映了小麦的长势, 还包括了这些植被的状况, 因此要提高小麦估产的准确率, 必须扣除这些植被的绿度值。进行计算时, 首先把各层的绿度值 (M_i) 减去树木、杂草、蔬菜的绿度值 C_i , 其求法如下:

$$C_i = \sum_{n=1}^3 a_{in}$$

式中, i 为层的序号 1, 2, 3, \dots ; n 为树、草、菜序号 1, 2, 3。

求 a_{in} 值时, 先找出大面积成片的树林、草场和菜园, 并计算这些地块的总绿度值, 然后换算出每万亩树林、草场、菜园占有的绿度值 (a_n /万亩), 最后根据

$$a_{in} = L_{in} \times a_n / \text{万亩}$$

求出 a_{in} 值。式中 L_{in} 分别为各层树木、杂草、蔬菜的面积。

最后, 算出各层平均绿度值 A_i :

$$A_i = (M_i - C_i) / E_i$$

式中, M_i 为各层总绿度值, E_i 为各层像元数(不包括空白点)。

本试验运用各县 1984 年 4 月 29 日平均绿度值 A_i 与单产值 Y_i 建立单产预报回归方程:

$$\hat{Y} = -1404.03 + 1533.1A \quad (\alpha = 0.01)$$

再用 1985 年 5 月 24 日绿度图中的 A_i 值代入上式得出单产预报值 \hat{Y} 。

计算结果, 县级的预报准确率为 93% 以上, 比未扣除树木、杂草、蔬菜等植被绿度值进行估产, 准确率提高 3%。

4. AVHRR 资料的大气影响校正

由于大气及水汽溶胶粒子的影响, CH_1 , CH_2 资料与地面观察到的情况有很大的差异。而实际大气状态随时间、空间分布有很大的变化, 因此 AVHRR CH_1 , CH_2 值也往往有很大的起伏。例如 1985 年 5 月 23 日天津市蓟县 NOAA/AVHRR 的 CH_2 测量反射率为 24.41%, 而 5 月 24 日测量的反射率却为 20.07%, 但这两天小麦状况和地面气象要素极为相似。可见 AVHRR 资料运用于估产, 必须预先作大气影响的校正。

据 S. R. Schneider 等论述^[1], 卫星传感器观测到的反射率 R , 不仅取决于地面目标的反射率 ρ , 而且还取决于地物和卫星之间的大气透过率 τ 以及大气路径辐射 L_p 。它们之间的近似关系为:

$$R \approx \rho \cdot \tau + L_p \quad (1)$$

大气透过率 (τ) 和大气路径辐射 (L_p) 均受大气状况和太阳高度角等多种因素的影响, 是随时间、空间而变化的, 很难直接测量, 只能采用近似计算方法求得。

大气透过率 (τ) 值的计算非常复杂, 可根据当时地面水平能见度的数值由表 2 查得。

本试验应用天津市于桥水库的光谱观测资料求算 L_p 值。该水库为天津市内陆较大的平静清洁水体, 控制面积为 2060 公里², 设计水位 21.16 米, 水体透明度 3 米, 在 3—5 月间含沙量均小于 0.2%。据有关文献报道, 这样的水体, 其反射光谱稳定少变^[2]。另据水

表 2 不同波段、不同能见度的大气透过率*

Table 2 Atmospheric transmissivity to radiation with different wave length and under different visibility

波段 \ 能见度 (公里)	50	40	30	20	10
可见光	0.9287	0.8887	0.7874	0.6991	0.6404
近红外	0.9675	0.9222	0.8538	0.7749	0.7312

* 肖乾广等, NOAA 系列卫星 AVHRR 绿度值计算中反照率的大气削弱订正, 中国气象学会卫星气象专业委员会年会材料, 1986 年。

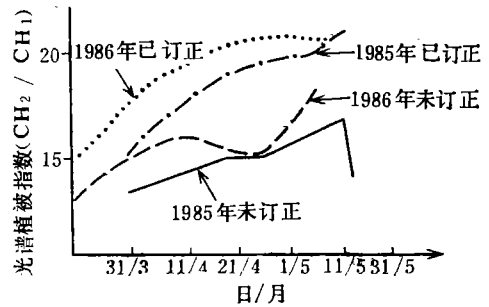


图 3 大气影响订正效果

Fig. 3 The effect of atmospheric influence correction

库资料, 近年内水库环境条件无明显变化。1986 年 4 月在于桥水库与 NOAA-9 同步进行的水面光谱测定, 证实了这一点。测定结果在 0.505—0.67 微米 (相当于 CH₁ 的波段范围) 的反射率稳定在 2.3% 左右; 在 0.705—1.1 微米 (相当于 CH₂ 的波段范围) 的反射率稳定在 0.17% 左右, 即 $\rho_1 = 2.3, \rho_2 = 0.17$ 。这一结果表明, 在可见光和近红外波段范围内, 其反射率可以认为是一常数。据此, 可以应用 (1) 式求出 L_p 值。(1) 式中的 R 值可由 NOAA/AVHRR 资料取得。因不同波段对应的 L_p 值有差别¹⁾, 故要分别求出 CH₁ 和 CH₂ 的 L_p 值。

NOAA 卫星为太阳同步极轨卫星, 若固定使用同一卫星资料, 基本上可不考虑太阳高度角的校正。

试验表明, 采用上述方法对 AVHRR 资料进行大气校正后, 效果是明显的。如图 3 所示, 1985 和 1986 年未经大气校正的 AVHRR 资料, 其变化幅度大, 而校正后的资料则趋于稳定。

在计算中把水面的反射率及大气透过率均看作常数, 仍与实际有些出入, 所以求出的校正值亦为近似值。

三、预报模式的建立

本试验运用植被指数为自变量, 与产量因子建立各种回归预报方程, 并对方程进行区域订正和积温订正, 使之获得较好的预报效果。

1. 植被指数的选用

据小麦光谱研究获知, 长势越好的麦田对近红外波段的反射越强, 对可见光波段的反射越弱, 而长势差者则正好相反²⁾。因此可把 CH₁, CH₂ 数据进行线性或者非线性组合, 形成各种反映植物覆盖度和生长状况的特征指数 (以下简称植被指数), 如用 CH₂/CH₁ 或

1) 吕斯骅, 一种简单的修正大气影响的方法及其在定量解译遥感图像中的应用, 北京大学。

2) 林培, 遥感作物估产, 北京农业大学。

CH₂ - CH₁ 等来增强麦田遥感信息,对小麦长势和覆盖面积反映更为敏感,对非植被效应达到最小^[4],并且在一定程度上减少了外界因素带来的影响,部分地补偿了光照条件、表面倾斜和观测角度的变化^[5]。

表 3 展示了运用各种形式植被指数建立的预报方程,比单独使用 CH₁ 或 CH₂ 值建立的模式效果好,方程的拟合率高,剩余标准差也较小。

表 3 不同遥感资料形式建立预报模式的效果

Table 3 The result obtained with the forecast models derived from different remote sensing informations

自变量因子形式	单产预报模式	显著性检验水平 α	剩余标准差
CH ₁	$Y = 2884.03 \times 0.85^{CH_1}$	未通过	29.10
CH ₂	$Y = 18.62 \times 1.17^{CH_2}$	0.05	30.08
CH ₁ , CH ₂	$Y = -280.07 - 66.59CH_1 + 83.44CH_2$	0.05	44.60
CH ₂ - CH ₁	$Y = 134.89 \times 1.23^{(CH_2-CH_1)}$	0.001	11.31
CH ₂ /CH ₁	$Y = 173.02 \times 1.94^{(CH_2/CH_1)}$	0.01	20.35
$\frac{CH_2 - CH_1}{CH_2 + CH_1}$	$Y = 144.54 \times 1.2^{\frac{CH_2-CH_1}{CH_2+CH_1}}$	0.001	13.57

本试验采用以下 7 种植被指数:

表 4 天津市冬小麦遥感估产预报方程

Table 4 The forecast equation for crop estimation of winter wheat in Tianjin City area with remote sensing information

预报方程		显著性检验水平 α	相对剩余标准差(%)
单产	$y_1 = 123.02 \times 1.94^{G_1}$	0.05	5.0
	$y_1 = 7.24 \times 21.87^{G_2}$	0.01	4.5
	$y_1 = 144.54 \times 1.2^{G_3}$	0.01	3.3
	$y_1 = 56.23 \times 1.47^{G_4}$	0.01	3.9
	$y_1 = 0.81 \times 2.04^{G_5}$	0.01	4.1
	$y_1 = 125.89 \times 1.58^{G_6}$	0.01	4.2
	$y_1 = 158.48 \times 1.12^{G_8}$	0.01	3.8
	面积	$y_2 = -51.62 + 53.33 \times G_1$	0.01
$y_2 = 0.08 \times 77.6^{G_2}$		0.05	0.7
$y_2 = 3.09 \times 1.94^{G_3}$		0.01	0.5
$y_2 = 4.89 \times 1.41^{G_4}$		0.05	0.5
$y_2 = 0.97 \times 6.91^{G_6}$		0.05	0.6
总产	$y_3 = 912.01 \times 1.2^{G_5}$	0.05	0.3
	$y_3 = 2.88 \times 5.24^{G_4}$	0.01	0.1
	$y_3 = 323.59 \times 4.07^{G_6}$	0.05	0.2

$$G_1 = CH_2/CH_1$$

$$G_2 = (CH_2/CH_1)^{\frac{1}{2}}$$

$$G_3 = [(CH_2 - CH_1)/(CH_2 + CH_1)] \times 20$$

$$G_4 = [(CH_2 - CH_1)/(CH_2 + CH_1)]^{\frac{1}{2}} \times 10$$

$$G_5 = \{[(CH_2 - CH_1)/(CH_2 + CH_1)] + 0.5\}^{\frac{1}{2}} \times 10$$

$$G_6 = (CH_2/CH_1)^2$$

$$G_8 = CH_2 - CH_1$$

2. 预报模式的建立

运用 1984 年 4 月 29 日; 1985 年 4 月 11 日, 4 月 30 日, 5 月 16 日, 5 月 23 日, 5 月 24 日接收的 6 个时相的 NOAA/AVHRR CH₁, CH₂ 资料, 分别组合成 7 种植被指数。以此为自变量因子, 与各层对应单产、总产、种植面积建立各种回归

方程, 以方程通过 $\alpha = 0.05$ 检验标准, 相对剩余标准差在 5% 以内为指标, 筛选出一些

效果较好的预报模式。表4列出了部分预报方程。

四、预报模式的订正

1. 区域订正

尽管地面样本的分层考虑了土地利用的同类性,但各层之间在土壤性质、生产措施、种植方式等方面均有差异,这种区域性的差异在建立预报模式的实践中,往往可以反映出来,某些层次在同一回归曲线的拟合方程中,方程剩余差值以正值为主,而另一些层次的方程剩余差值则负值占优势。例如第1,2,3层在方程拟合中,其实际的植被指数值(G)与理论值(\hat{G})之差多为正值,而第7,8,9层多为负值(表5),其它层也有类似规律。

表5 不同时期各层 ΔG 值及麦田/耕地值

Table 5 ΔG values and wheat field/ cultivated area values for each layer at different dates

AVHRR 资料日期	单产预报方程	各层 ΔG 值					
		1	2	3	7	8	9
1985.4.11	$y = 0.30 + 6.61 \times G_3$	0.87	0.24	0.68	0.02	-1.11	-0.96
1985.4.30	$y = 9.19 + 1.15 \times G_3$	0.76	2.89	1.28	-4.40	-9.85	-4.88
1985.5.23	$y = 2.48 + 1.77 \times G_3$	-0.05	0.9	0.72	-1.51	-5.80	-2.64
1985.5.24	$y = 9.48 + 0.47 \times G_3$	0.0	1.45	1.86	-1.17	-4.99	-4.94
各层(麦田/耕地)统计值		0.50	0.41	0.48	0.34	0.04	0.34

这种区域性的差异,可以根据遥感影像判读,并结合必要的地面实况资料来分析。由1:25万 Landsat MSS 4, 5, 7 合成像片得知,第1,2,3层红色图斑密度大,而第7,8,9层红色斑点较稀疏,黄色间淡蓝色的底色较明显。这些色调的差异反映了绿色植被密度的差异,说明第1,2,3层冬小麦种植面积的比率比第7,8,9层大,表5中的统计结果证实了这一点。另外,不同地区的栽培措施有所不同,第1,2,3层一般在早春重施肥水,有“一炮轰”的管理习惯,因此苗期长势旺盛,而产量不很高;然而第7,8,9层春天分两次施肥,虽然苗期不如第1,2,3层长得好,但后劲足,产量较高。因此在使用预报模式时,需要对 G 值作区域订正。

区域订正值(B)可取几个时段 ΔG 即($\hat{G} - G$)的平均值:

$$B = \sum_{i=1}^n \Delta G_i / n$$

表6 进行区域订正的预报效果

Table 6 Effects of the forecast after area correction

单产预报模式	未经 B 订正准确率(%)	已经 B 订正准确率(%)
$y = 144.54 \times 1.2G_3$	94.9	99.4
$y = 295.12 \times 1.09G_3$	93.5	95.9
$y = 123.02 \times 1.94G_3$	93.6	96.4

从本市的预报实例进行比较,在使用预报模式时,经过区域订正,准确率可提高2%

左右(表 6)。

2. 积温校正

遥感信息反映的绿色值,不但与小麦的长势有关,还和生育期有着密切关系。在小麦乳熟以前,同一地区的绿色值随着小麦的生长发育而增加(图 4)。所以应用预报方程时,必须取得一致时相,要求把绿色值订正到与建立预报方程时同一生育期。

植物光合作用的效率(pe)与白天平均温度(tp)有着密切的相关关系^[6]。可见温度是小麦生长的主要控制因素,它决定着植株的生长速度和各发育阶段的起止和进程,故本试验使用积温来订正绿色值。

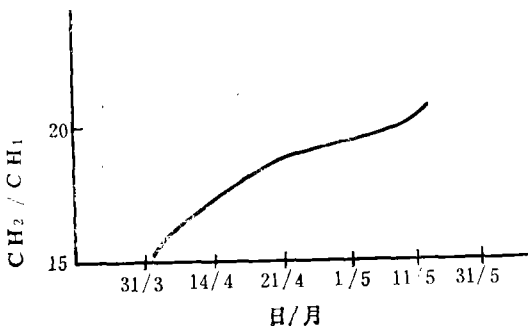


图 4 1985 年天津市 NOAA/AVHRR 资料变化曲线
Fig. 4 The variation curve of NOAA/AVHRR information for Tianjin City area in 1985

绿色积温订正值 ΔG_i , 可视为:

$$\Delta G_i = f(\Sigma T) = K_i \times \Delta A_i \quad (2)$$

式中 K 值为建立方程时的积温值与预报时积温值之差。

ΔA_i 表示每增减 1°C 积温时,绿色值的增减值,可用同年任意两天的绿色值之差与积温之差的比值求得。本市 1986 年运用遥感模式计算冬小麦种植面积,经过积温校正后,计算准确率可提高 1% 左右(表 7)。

五、讨 论

本文以建立指数函数预报方程为例,讨论 NOAA/AVHRR 资料在冬小麦估产中的效果。

(1) 通过预报实践,预报准确率在 95% 以上的模式有 19 种,其中单产预报模式占 57.9%,面积模式占 26.3%,总产模式占 15.8%,可见遥感资料对单产反映较敏感。表 8 说明,运用 $(CH_2 - CH_1)/(CH_2 + CH_1)$ 植被指数形式制作产量预报,准确率较高, CH_2/CH_1 次之,差值植被指数 $(CH_2 - CH_1)$ 被选中的几率最小。

(2) 表 9 是小麦起身至乳熟期间筛选出的准确率在 90% 以上的预报模式比例数,它表明小麦抽穗前后是估产的最佳时间,其中计算面积在拔节期为宜,而单产的预报在抽穗

表 7 积温订正效果

Table 7 Effects after integrated temperature correction

面积计算模式	未经订正准确率(%)	已经订正准确率(%)
$y = 6.3 \times 1.31^{G_1}$	91.7	93.7
$y = 9.01 + 1.41 \times G_2$	83.7	90.5
$y = 7.58 \times 1.14^{G_3}$	93.0	93.6

表 8 不同植被指数被选中的比例(%)

Table 8 Ratio(%) of the Selected Vegetation Index

植被指数形式 模式类别	CH_2/CH_1	$(CH_2-CH_1)/(CH_2+CH_1)$	CH_2-CH_1
单产模式	42.1	47.4	10.5
面积模式	33.4	66.6	0.0
总产模式	20.0	80.0	0.0

表 9 不同建模日期被选中的比例(%)

Table 9 Ratio (%) of the selected period for model construction

建模日期 模式类型	起身期	拔节期	孕穗期	抽穗期	乳熟期
单产模式	0.0	4.8	33.3	47.6	14.3
面积模式	0.0	44.4	33.3	11.1	11.1
总产模式	0.0	0.0	100	0.0	0.0

前后最佳,总产的预测则以孕穗期为好。因此天津地区运用遥感资料估测小麦产量,一般在 4 月下旬至 5 月中旬进行。前期的趋势预报通常采用农学、经济计量、气象等综合模式。后期大约有一个月时间,该期间气象条件,尤其是高温干热风天气会使灌浆受阻,影响千粒重增长,因此还应运用农业气象信息,及时进行订正预报。

通过上述方法,1987 年天津市的冬小麦单产、总产预报准确率均达到 95% 左右。

参 考 文 献

- [1] S. R. Schneider etc, The NOAA/AVHRR: A New Satellite Sensor For Monitoring Crop, Growth, Machine Processing of Remotely Sensed Data Symposium.
- [2] William H. Wigton, A Guide to Area Sampling Frame Construction Utilizing Satellite Imagery, Beijing, 1980.
- [3] 徐希孺等,利用 NOAA-CCT 估算内蒙古草场产草量的原理和方法,地理学报, 40(4), 1985.
- [4] Richard G. Stoff etc, The use of Spectral Data in Wheat yield Estimation-An Assessment of Techniques explored in LACIE, Preprint for Thirteenth International Symposium on Remote Sensing of the Environment.
- [5] H. W. Yates etc, The Role of Meteorological Satellites in Agricultural Remote Sensing Remote Sensing of Environment, 14, pp.219-233, 1984.
- [6] 肖乾广等,用气象卫星数据对冬小麦进行估产的试验,环境遥感, 1(4), 1986.

The Application of NOAA/AVHRR information to Estimate the Crop of Winter Wheat in Small and Medium Sized area

Xiao Shuzhao Meng Xianyue Zhang Guizong

(Institute of Meteorology, Tianjin)

Abstract

With the crop estimation for winter wheat in Tianjin City area as a model, this paper elucidates the Application feasibility of NOAA/AVHRR information to predict the crop in small and medium sized area. In data analysis, spectroscopic values obtained from water surface are used to correct atmospheric factors, and the geographic contour map is used to eliminate confused factors, thus the data tend to be stabilized. By utilizing the vegetation index and yield factor, some regression equations for forecast are suggested with the green values corrected according to different area and integrated temperature. Then, an accuracy of 95% for forecast