

卫星信息在垂直气候特征值空间分布 数据库中的应用

赵 仲 文

李德广 赵同应 刘占贞

(山西省农业遥感应用研究所)

(山西省气象科学研究所)

1991年1月2日收稿

摘 要

本文提出了利用遥感影像与常规数据建立垂直气候特征值数据库的方法,给出了气候遥感模拟方程及小地形订正方法。初步讨论了 NOAA-AVHRR 热红外数据与气候特征值是否存在相关。

关键词 气候特征数据库 气候模拟方程 小地形订正

山西省由于自然条件的限制,冬小麦的生产一直限于平原地区,山区种植少,产量很低。虽然随着地膜覆盖等新技术的逐步推广,山区尤其是高寒地带粮食作物低产变高产开辟了新的前景,但只有在一定的雨量和温度等条件下才能奏效。因此,弄清满足一定温度条件的垂直多雨带的空间分布,就成了问题的关键。本文利用 TM 影像与气象卫星热红外数据相结合的方法对此进行了探讨。研究区为晋东南地区的 10 个县,面积约 4 万 km²

一、气候特征值空间分布数据库的建立

“七五”期间,山西省决定大力推广地膜覆盖技术,广大的山区丘陵区是主要推广区域。为了确保推广成功,我们于 1987—1988 年在两个类型的山区进行了试验,初步摸清了可推广区域的气候生态条件。为尽快划出各地可推广的覆膜种植相似区域分布图,我们采用常规技术与遥感技术相结合的方法,建立了晋东南地区气候特征值空间分布数据库,为分析和评定该地区农业气候资源,查清垂直多雨带(层)分布和最后划定覆膜种植相似区域等提供了多方面的便利。

首先确定数据库应当提供出哪些气候特征值,再根据多年气象资料分析这些气候特征与哪些因子有关,最后建立气候特征与基本因子之间的数学模式。经过分析发现,决定气候特征的基本因子中,有些可以用常规数据获得,有些可用遥感方法获取。然后在获取大量基本数据的基础上,建立了基本数据文件和一系列专用程序软件,以便能在进行基本数据运算后,绘制出相应的气候特征值空间分布彩色数据图。

下面将有关问题作一简述。

1. 数据库目标特征值的选择

由于冬小麦覆膜推广范围取决于一定的温度和雨量,因此选择以下 14 个项目作为气候特征量,这些项目中,有些反映基本气候特征,有些与冬小麦生长密切相关。

年雨量 R ; 1,4,7,10 四个月的月雨量 R_1, R_4, R_7, R_{10} ; 年平均温度 T ; 1,4,7,10 四个月的月平均气温 T_1, T_4, T_7, T_{10} ; 80% 保证率的 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温; $\geq 3^\circ\text{C}$ 积温; 80% 保证率的 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温; 稳定通过 3°C 初日到 7 月上旬 $\geq 3^\circ\text{C}$ 积温。

以上 14 个气候特征量,作为数据库的目标特征值。所谓目标特征值,就是对数据库的基本数据按一定模式进行运算后产生的所需数据。

2. 数据库的基本数据选择

数据库的基本数据包括两大类,一类是常规数据,有三项,海拔高度,经度和纬度;另一类是遥感数据,有二项,大地形订正值和小地形订正值。为了与气象卫星数据相一致,基本数据以 0.01° 纬度 $\times 0.01^\circ$ 经度为基本网格单位。大地形订正与小地形订正,首先确定分类系统,然后利用遥感影像进行分类。

3. 数据文件的形成

(1) 高度文件

利用 1:25 万地形图,以 0.01° 纬度 $\times 0.01^\circ$ 经度为基本网格单位,确定海拔高度。这里最大的问题是,山区地形复杂,在 1km^2 范围内往往很难确定用哪个点的高度最为合适,加权平均虽最理想,但是实际工作中无法实现,因此,我们采取最有代表性的海拔高度值作为该网格的代表高度,对于均匀变化的情况,则取其算术平均值。

(2) 小地形订正值文件

利用 1:25 万 TM 卫星影像,以 0.01° 纬度 $\times 0.01^\circ$ 经度为基本网格单位,对小地形类型进行判读,并赋予一定的数值。小地形共分 14 种类型(表 1)。

将上述两种数据输入计算机后形成气候特征空间分布数据库的两个基本数据文件。

上述两类文件的形成,实际上是常规数据群与遥感影像分类量化数据群相结合的过程,这项工作的质量对最终气候特征值的计算精度影响较大,因此十分重要。在没有小地形订正的模式中,气候特征值仅从海拔高度、经度、纬度估算。从实测资料看,在同样情况下,迎风坡与背风坡雨量与平均雨量相比,背风坡年雨量偏少几十毫米,迎风坡则偏多 100 mm 左右。另外山谷走向等,对雨量也有影响,各种坡向对温度的影响也是显而易见的,因此小地形订正十分重要,而利用遥感影像分析小地形类型则是遥感技术的优势所在。

4. 数据库运算模式的建立

为了从基本数据计算出相应的气候特征值,必须有相应的运算模式。运算模式的建立,是从 21 个气象站 30 年常规气候资料出发,利用计算机多元逐步回归进行计算,置信度在 95% 以上,复相关系数 0.6 以上。经过筛选获得以下 14 个模式。

(1) 年雨量 R

表 1 小地形类型及其相应代码
Table 1 type of microtopography and its number

小地形类型	相应代码	小地形类型	相应代码
向阳下坡	1	向阳上中坡	10
背阴坡	2	一般谷地	8
一般盆地	4	高山小谷地和小盆地	9
南北向谷地	6	东 坡	11
谷地北侧	7	西 坡	12
四周光山秃岭的盆地	3	山 顶	13
开口向南马蹄形	5	平 川	14

$$R = 0.053H - 53.253N + 16.343E + 640.741 + D_1 + D_2 \quad (1)$$

$$\rho = 0.777, \sigma = 26.32\text{mm}, f = 4.5\%$$

(2) 1 月雨量 R_1

$$R_1 = 0.001H - 1.112N - 0.044E + 49.551 + D_1 + D_2 \quad (2)$$

$$\rho = 0.62, \sigma = 0.718\text{mm}, f = 14.7\%$$

(3) 4 月雨量 R_4

$$R_4 = 0.008H - 7.088N - 0.292E + 332.328 + D_1 + D_2 \quad (3)$$

$$\rho = 0.763, \sigma = 3.64\text{mm}, f = 12.3\%$$

(4) 7 月雨量 R_7

$$R_7 = 0.03H - 22.305N + 8.826E - 22.512 + D_1 + D_2 \quad (4)$$

$$\rho = 0.871, \sigma = 8.799\text{mm}, f = 5.5\%$$

(5) 10 月雨量 R_{10}

$$R_{10} = 0.07H - 3.089N - 1.311E + 307.363 + D_1 + D_2 \quad (5)$$

$$\rho = 0.693, \sigma = 2.652\text{mm}, f = 7.0\%$$

(6) 年平均气温 T

$$T = -0.04H - 0.644N - 0.449E + 87.564 + D_1 + D_2 \quad (6)$$

$$\rho = 0.871, \sigma = 0.505^\circ\text{C}, f = 7.7\%$$

(7) 1 月平均气温 T_1

$$T_1 = -0.02H - 1.636N - 0.572E + 119.381 + D_1 + D_2 \quad (7)$$

$$\rho = 0.841, \sigma = 0.743^\circ\text{C}, f = 12.8\%$$

(8) 4 月平均气温 T_4

$$T_4 = -0.05H - 0.211N - 0.438E + 73.047 + D_1 + D_2 \quad (8)$$

$$\rho = 0.853, \sigma = 0.533^\circ\text{C}, f = 4.8\%$$

(9) 7 月平均气温 T_7

$$T_7 = -0.06H - 0.035N - 0.22E + 54.272 + D_1 + D_2 \quad (9)$$

$$\rho = 0.888, \sigma = 0.402^\circ\text{C}, f = 1.7\%$$

(10) 10 月平均气温 T_{10}

$$T_{10} = -0.05H - 0.724N - 0.374E + 82.968 + D_1 + D_2 \quad (10)$$

$$\rho = 0.855, \sigma = 0.549^{\circ}\text{C}, f = 5.3\%$$

(11) 保证率为 80% 的 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温 J_0

$$J_0 = -1.44H - 85.267N - 100.373E + 19550.865 + D_1 + D_2 \quad (11)$$

$$\rho = 0.929, \sigma = 91.2^{\circ}\text{C}, f = 2.3\%$$

(12) $\geq 3^{\circ}\text{C}$ 积温 J_3

$$J_3 = -1.454H - 86.854N - 90.885E + 18594.215 + D_1 + D_2 \quad (12)$$

$$\rho = 0.925, \sigma = 93.107^{\circ}\text{C}, f = 3.2\%$$

(13) 保证率 80% 的 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 J_{10}

$$J_{10} = -1.562H - 60.236N - 77.188E + 15540.861 + D_1 + D_2 \quad (13)$$

$$\rho = 0.901, \sigma = 108.625^{\circ}\text{C}, f = 2.4\%$$

(14) 稳定通过 3°C 初日到 7 月上旬 3°C 积温 JJ

$$JJ = -0.739H - 19.658N - 43.599E + 8130.945 + D_1 + D_2 \quad (14)$$

$$\rho = 0.882, \sigma = 57.318^{\circ}\text{C}, f = 2.5\%$$

在上述 14 个气候模式中, H 为海拔高度 (m), N 为纬度, E 为经度, ρ 为复相关系数, σ 为均方误差, f 为相对误差, D_1 为大地形订正值, D_2 为小地形订正值。订正值获取方法是: 对各种类型小地形分别建立地面样方, 利用常规气象观测数据作为样方值, 然后分别确定各种不同小地形类型中的订正值(表 2)。

表 2 各类小地形订正值综合表(部分)

Table 2 different microtopography revise (part)

类型 项目	向阳下坡	背阴坡	一般盆地	南北向谷地	谷地北侧	向阳上中坡	高山小盆地
年平均气温	0.95	0.3	0.8	-0.9	-0.4	0.3	-0.7
年降水量	-30.0	-71.1	-60	3.5	30.4	100	91
80% $\sum T \geq 0^{\circ}\text{C}$	139	-90	130	-347.6	-110.0	200	-103
80% $\sum T \geq 10^{\circ}\text{C}$	245.3	-190.6	240	-177.2	-124.2	140	93
$\sum T \geq 3^{\circ}\text{C}$	150.0	-101.3	150	-190	-186	150	-118
R_1	1.2	-0.5	0.1	-0.6	1.4	-0.6	-0.2
R_3	3.7	-1.7	-14	-11	-6.2	-0.6	-0.2
R_7	-6.4		-19	10	6.8	20	9
R_{10}	-6.8	-3.3	-8.0	-14.0	4.0	10	10
T_1	0.55	0.7	1.6	-0.1	-0.6	0.6	-0.7
T_7	0.6	-0.1	0.3	0.7	0.2	0.2	0.3

5. 数据库运行专用程序的编制

基本数据文件和气候特征值模式的建立, 为数据库的运行创造了必要条件, 但是由于遥感影像量化数据文件仅仅是不同地形类型的代码, 它们在不同模式运算中具有完全不同的确定值, 因此还必须为数据库运行编制专用程序。即每一个气候特征量都有一个专用计算机程序。经过专用程序处理, 对不同气候特征, 不同地形类型就有了相应的确定

值。比如对于向阳下坡,其相应代码为 1,但在计算不同气候特征时,其取值完全不同,对年平均气温,取 0.95℃,对年雨量取-30.0mm,对 3℃积温则取 150.0℃。

6. 气候特征空间分布数据库的功能

气候特征空间分布数据库的功能主要有两个,一是提供指定区域各种气候特征的彩

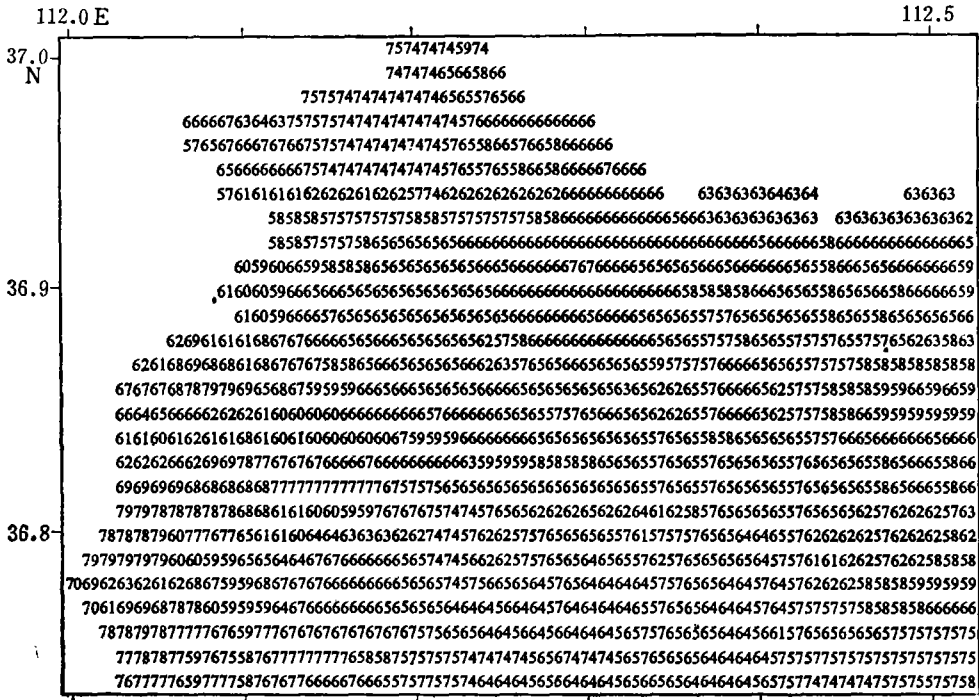


图 1 年雨量遥感分布图(沁源部分, 1:25 万,单位 10mm)

Fig. 1 Remote map of rainfall (Qing Yuan part of shanxi Province, 1:250 000, unit:10mm)

色数据分布图(图1),另一个是提供指定气候特征组合的空间分布区。比如给出指定气候条件的年雨量大于或等于 600mm、而 10℃积温要求在 2 500℃以上的多雨区,根据这一组合,计算机就可以绘制出其彩色分布图来。这对于解决冬小麦覆膜分布区域具有十分重要的意义,关系到几十万亩麦区的增产问题。

二、NOAA 卫星热红外数据在气候特征空间分布数据库 中直接应用的试验

由于数据库基本数据文件的制作十分复杂,且受人的经验和水平的影响,为了探讨这些文件直接利用卫星数据的可能性,我们选取了 NOAA 气象卫星一年中不同季节的数据进行了分析。对 1989 年 1,4,7, 10 月中分别选取的 4 个晴空条件下的 NOAA 卫星数据进行的比较表明,下午 3 点左右的 NOAA 卫星热红外通道数据分布图,其具体数值大小虽然在一年中(或一日中)有很大差别,但是其相对值的分布趋势却能较好地反映地势

起伏变化。这说明卫星热红外数据在一定条件下能在一定程度上反映海拔高度及小地形的变化。据此,我们从 4 月份的热红外数据中选取了部分样点,建立热红外数据与气候特征值的相关关系,然后利用这种相关性对选定区域进行数据变换,相关变换方程基本形式为 $Y=kx+b$ (Y 为气候值, x 为经过校正的卫星密度值, k 、 b 为系数),最后利用计算机绘图仪绘制出 1:25 万气候特征值分布图,比如年雨量图。我们利用这种方法绘制了沁源地区年雨量分布图,并对其中有气象观测资料的样点进行了对比,发现年雨量绝对误差小于 100mm, 相对误差小于 25%。比如沁源柏子地区的实测年雨量为 672.1mm, 利用热红外推算为 636mm。对于高程特别大或特别小、而又没有观测资料的点,则利用气候模式计算值与之对比,两者趋势也比较接近。这说明直接利用卫星数据是可行的。

选用不同月份的热红外数据进行试验,将有不同系数的相关变换方程,并可以发现不同月份的差异。计算全年特征,原则上应将不同月份数据作年平均后,再进行相关变换,然而,事实上,虽然每次卫星数据都经过了统一的几何纠正,但要做到将每个像元对准,几乎是不可能的。因此,我们采取 4 月份的卫星数据直接与年气候特征(如年雨量)建立相关变换模式。利用上述方法,我们通过 Vax, VICOM, ABOROL 数据处理及传输,用 CAD 自动绘制出了 1:25 万的 10 种气候特征空间分布彩色数据图。

利用 NOAA-AVHRR 热红外数据分析气候特征值,由于大气透明度的影响及获取资料时间的不同,卫星数据的绝对值有很大差异,对方程系数有很大影响,利用不同年份的卫星数据则可获得系数不同的方程。虽然这里利用了卫星数据在空间分布上的相对差异,使数据具有一定的相对稳定性,但其对实际应用有多大影响,尚须进一步研究。

通过上述对局部地区作的一些初步尝试说明,利用卫星信息进行变换后获取的气候特征值空间分布图与观测结果具有可比性,说明卫星数据定量变换有很大潜力,值得进一步深入研究。

本文对 TM 卫星影像如何进行分类量化,并将其转变为一个常规与遥感数据相结合的专题应用数据库作了初步探讨,并且对 NOAA 卫星热红外数据与具体气候特征之间的相关性作了一些初步试验,说明卫星信息的开发潜力很大,很有必要作深入研究,本研究仅仅是一个开端,尚存在很多问题,有待继续探讨。

Application of Satellite Remote Sensing Information to Space Distribution Data Base of Vertical Climate Feature

Zhao Zhongwen

(Shanxi Institute of Remote Sensing Application in Agriculture)

Li Deguang Zhao Tongying Liu Zhanzhen

(Shanxi Institute of Meteorology)

Abstract

In this paper the relationship between space distribution of data of remote sensing and space distribution of agriculture exploitation elements is discussed from problem of agricultural development in Shanxi province.

The establishment of space distribution of vertical climate feature data base is presented by the author for analysis and definition suitable area for winter wheat and other plants. This data base is a combination of conventional data and quantization of remote sensing images.

In this paper fundamental train of thought and method of establishing this data base is introduced. Choice of objective feature of data base, choice of basic data, edit of data documents, method of microtopography revise, edit program of run data base and so on are discussed.

In order to widely apply quantitative information of satellite data, we also discuss the relationship between NOAA-AVHRR data and climate feature and introduce the experiment of drawing colour maps of data of space distribution of climate feature, by using NOAA satellite thermal channel data.

Key words Data base of climate feature Climate equation Microtopography revise