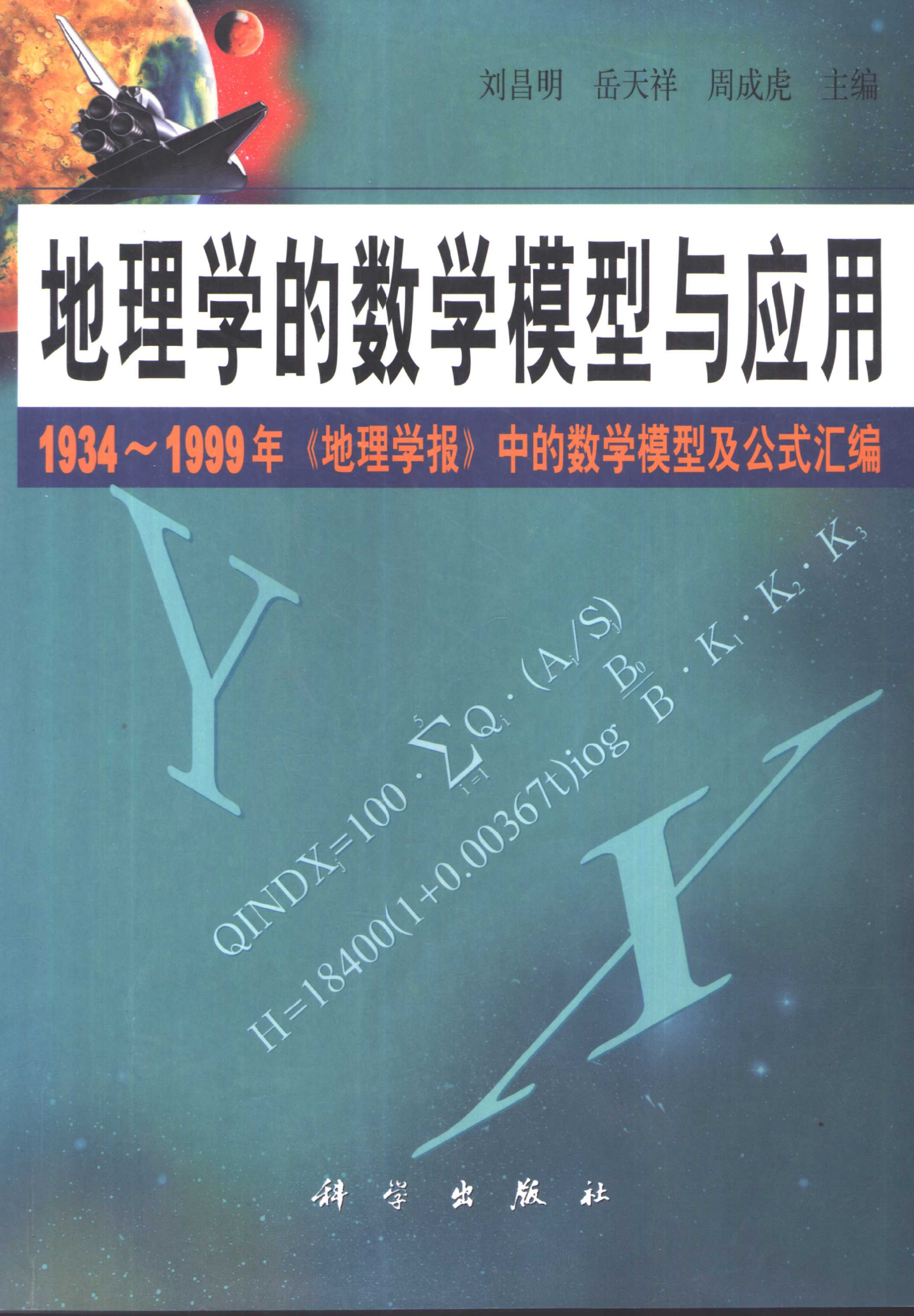


刘昌明 岳天祥 周成虎 主编

# 地理学的数学模型与应用

1934~1999年《地理学报》中的数学模型及公式汇编


$$QINDEX = 100 \cdot \sum_{i=1}^n Q_i \cdot (A/S)^{B_i/B} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$
$$H = 18400(1 + 0.00367t)^{i \log t}$$

科学出版社

中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-308-02)和中国科学院  
“九五”重大项目(KZ95T)资助

# 地理学的数学模型与应用

——1934~1999年《地理学报》中的数学模型及公式汇编

刘昌明 岳天祥 周成虎 主编

2001年8月28日  
科学出版社

2000

## 内 容 简 介

本书是《地理学报》1934年创刊以来发表的333组数学模型和公式分类汇编而成册。其中,地球信息科学的模型和公式41组,自然地理学的模型和公式212组,经济地理学的模型和公式80组。选编的模型及公式都是原文中的精髓部分,选编时对其中错误之处进行了修正。

本书有很高的理论价值和实用价值,不仅可做为地理学、应用数学、地质学、气象学、生态学、经济学和计算机软件等专业科研工作者的科研工具书,而且可做为高校有关专业教学的课外辅导书。还可以做为各专业博士、硕士、大学生撰写学位论文的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

地理学的数学模型与应用——1934~1999年《地理学报》中的数学模型及公式汇编/刘昌明,岳天祥,周成虎主编 -北京:科学出版社,2000

ISBN 7-03-008596-5

I.地… II.①刘…②岳…③周… III.数学模型-1934~1999-汇编  
IV.O22

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第63416号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号  
邮政编码:100717

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2000年10月第一版 开本:787×1092 1/16

2000年10月第一次印刷 印张:12

印数:1—3 000 字数:274 000

定价:28.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈北燕〉)

## 前 言

数学模型在地理学研究中有着广泛的应用前景。采用的计算模型类别很多,主要采用的数学模型多以统计与模拟为主,大致可以归纳为以下两大类:(1)确定性模型,包括数学物理模型、概念模型、系统理论模型与成因回归模型;(2)随机或统计模型,包括用各种随机方法与统计方法建立起来的计算模型,如现代模糊数学模型、时间系列模型、频率分析计算等等。这些主要的计算模型均在现代地理学中得到广泛的应用。

《地理学报》创刊于 1934 年,是地理学界创刊最早、在数学模型方面运用最综合的学术刊物。截至 1999 年底,已出版 54 卷 190 期(含增刊),发表了约 1800 篇论文。这些论文中共包含各类数学模型和公式 333 组,其中遥感 11 组、地理信息系统 9 组、地图学 9 组、气象气候 80 组、地貌 44 组、水文 59 组、土壤 16 组、植物 13 组;工业地理 9 组、农业地理 24 组、交通地理 6 组、城市地理 25 组、旅游地理 6 组、区域发展 10 组、其它综合模型 12 组。这些数学模型都是密切结合了地理学问题定量研究的需要,从地理科学各个方面丰富了地理计量方法,改变了过去地理学传统的定性描述,使地理学的研究更加深化。

本书选刊的数学模型及公式大多数是仅仅 10 年内新近发表的,是我国地理学家们在长期研究工作中,在地球信息科学、自然环境与资源和人文经济地理发展方面形成的知识积累和科研结晶。从一个侧面反映了地理学在科学方法论上的创新,提高了地理科学的水平。为了帮助广大读者查询、检索《地理学报》,掌握地理学研究中的数学模型与数学公式的发展过程和应用范围,我们将分散在《地理学报》不同卷期中的数学模型与公式汇编成册。

为了方便读者使用本书,我们在汇编时对全部模型与公式按照学科进行了分类编排。对于一些跨学科的数学模型,按照作者原文的研究领域进行归类。每组数学模型和公式均注明原作者名、原论文题目、发表卷期。读者可以通过查阅原文,进一步了解该数学模型和公式的引文出处、推导过程、计算结果和应用实例。这次编汇中我们对原文中的错误之处做了一些修订。在列举格式、计量符号、参数定义、编排体例上依据国家出版标准重新进行了适当统一。希望读者在与原文对照使用中加以注意。

由于过去的工作受资料数据、研究区域等方面的限制,有些数学模型和公式不可避免地存在着一些缺陷和问题,需要在今后的研究中改进与完善。随着地理学、数学、信息科学的发展,有些数学公式的参数、系数和表达方式也需要做进一步修改,而这些正是本书的编辑目的。希望读者在今后使用、改进、移植这些数学模型和公式时,注明原文的出处。

资料数字化、信息集成化、传播网络化是现代信息社会对科技期刊的要求。本书正是为适应这一要求而出版的。《地理学报》发表的论文可在网上全文查阅,网址是:[www.chinainfo.gov.cn/periodical/dlxb/index.htm](http://www.chinainfo.gov.cn/periodical/dlxb/index.htm).

最后,编者希望各部门的地理学者对本书提出宝贵意见。并希望通过本书的发表推进地理科研由定性到量化的进一步发展,使我国的地理科学研究走在世界前列。

中国科学院院士 刘昌明  
《地理学报》主编

2000年6月1日

# 目 录

前言

## 第一篇 地球信息科学

第一章 遥感 .....	( 3 )
第二章 地理信息系统.....	(10)
第三章 地图 .....	(16)
第四章 综合模型及公式 .....	(22)

## 第二篇 自然地理

第五章 气候 .....	(35)
第六章 地貌 .....	(72)
第七章 水文 .....	(96)
第八章 土壤.....	(123)
第九章 植物.....	(132)

## 第三篇 经济地理

第十章 工业地理 .....	(141)
第十一章 农业地理 .....	(147)
第十二章 交通地理 .....	(161)
第十三章 城市地理 .....	(165)
第十四章 旅游地理 .....	(176)
第十五章 区域发展 .....	(179)

# 第一篇

## 地球信息科学



# 第一章 遥 感

崔启武,朱劲伟:林冠的结构和光的分布——光的透射和反射理论。1981,36(2)

## 林冠中光的透射和反射分析公式

(1) 林冠下的直射透过光强:

$$I_c = I_0 \exp[-(a+b) \operatorname{csch} \theta \cdot F_m (\sin \alpha \cos \beta \cosh \theta + \cos \alpha \sinh \theta)]$$

式中,  $I_c$  为林冠下的直射透过光强;  $F_m$  为叶面积系数;  $h_\theta$  为太阳高度;  $\alpha$  为叶面的仰角;  $\beta$  为方位角;  $a$ 、 $b$ 、 $c$  分别表示树叶对光的反射系数、吸收系数和透射系数,且  $a + b + c = 1$ 。

(2) 随机分布叶层林冠下的直射透过光强:

$$I_c = I_0 \exp\left[-(a+b) \frac{2}{\pi} F_m \cdot \operatorname{csch} \theta\right]$$

式中,  $I_c$  为随机分布叶层林冠下的直射透过光强;其它变量同上。

(3) 单向的大气散射辐射透过量:

对特殊交角叶层,

$$I'_c = I'_0 \exp[-(a+b) \sec \theta \cdot F_m (\sin \alpha \cos \beta \sin \theta + \cos \alpha \cos \theta)]$$

式中,  $I'_0$  为来自天空某一方向的、到达林冠上的大气散射辐射强度;  $\theta$  为单向的大气散射辐射的天顶角;其它变量同上。

对于随机分布叶层,

$$I'_c = I_0 \exp\left[-(a+b) \frac{2}{\pi} \cdot F_m \sec \theta\right]$$

(4) 直射光的漫反射分析公式:

整层林冠的向上漫反射光可表达为

$$I_{a\pm} = \frac{a(1-a^{2n})}{1-a^2} \frac{I_0}{2(a+b)} \{1 - \exp[-2(a+b)F_m]\}$$

下方漫射率为

$$f(F_m) = \frac{a^2(1-a^{2n})}{1-a^2} F_m \exp[-(a+b)F_m]$$

(5) 散射光的漫反射分析公式:

水平叶层结构中大气散射光的漫反射透过量为

$$S'_{a\pm} = \frac{a(1-a^{2n})}{1-a} \frac{S'_0}{2(a+b)} \{1 - \exp[-2(a+b)F_m]\}$$

$$S'_{a\downarrow} = \frac{a^2(1-a^{2n})}{1-a^2} S'_0 F_m \exp[-(a+b)F_m]$$

叶片垂立、方位角朝向太阳的叶层结构中大气散射光的漫反射透过量为

$$S'_a = 2\pi \frac{a(1-a^n)}{1-a} F_m I'_0 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 \theta \exp[1 - (a+b)F_m \operatorname{tg} \theta] d\theta$$

周允华:青藏高原地面长波辐射经验计算方法。1984,39(2)

### 地面长波辐射经验计算公式

(1) 水汽和 CO<sub>2</sub> 的混合发射率和水汽有效光学厚度的关系:

$$\epsilon(W^*, u^*, T) = \epsilon(W^*, T) + \epsilon(u^*, T) - \Delta\epsilon(W^*, u^*, T)$$

式中,  $\epsilon(W^*, u^*, T)$  为水汽和 CO<sub>2</sub> 的混合发射率;  $\epsilon(W^*, T)$  和  $\epsilon(u^*, T)$  分别为水汽的和 CO<sub>2</sub> 的发射率;  $\Delta\epsilon(W^*, u^*, T)$  为水汽和 CO<sub>2</sub> 光谱重叠区的订正项。

(2) 水汽有效光学厚度和可降水量的关系:

$$\frac{W^*}{W} = \frac{\int_0^P \frac{P'}{P_0} q dP'}{\int_0^P q dP'}$$

式中,  $P'$  为气压变量;  $P_0$  为标准大气压;  $q$  为比湿;  $P$  为测点气压。

(3) 青藏高原地面绝对湿度和大气可降水量与水汽有效光学厚度的关系:

$$\log_{10} W^* = -0.908 + \log_{10} \left( 0.062 + 0.718 \frac{P}{P_0} \right) + 1.128 \log_{10} e$$

式中,  $W^*$  为水汽有效光学厚度;  $e$  为地面绝对湿度;  $P$  为地面气压。

(4) 青藏高原水汽和 CO<sub>2</sub> 大气层的混合发射率  $\epsilon(\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2)$  和地面绝对湿度的关系:

$$\epsilon(\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2) = 0.595 + 0.289 \log_{10} \frac{P}{P_0} + 0.155 \log_{10} e$$

(5) 高原晴天条件下实际大气的视发射率:

$$\epsilon_0 = \frac{G_0}{\sigma T_0^4}$$

式中,  $\epsilon_0$  为晴天条件下实际大气的视发射率;  $G_0$  为晴天地面大气逆辐射;  $\sigma T_0^4$  为百叶箱温度。

(6) 实际天空的大气逆辐射:

$$G = G_0(1 + kn) = \epsilon_0 \sigma T_0^4(1 + kn)$$

式中,  $G$  为天空有云时的大气逆辐射;  $G_0$  为晴朗天空的逆辐射;  $n$  为总云量(以小数表

示); $k$  与云底温度和云底与地面之间大气的水汽含量有关。

(7) 地面有效辐射的经验计算公式:

$$F = F_0(1 - k'n^\alpha)$$

式中, $F$  为有效辐射; $F_0$  为晴天有效辐射; $n$  为总云量; $k'$  和  $\alpha$  为经验系数。

徐希孺:微波遥感测定南极洲雪累积率。1984,39(2)

### 雪累积率的计算方法

$$D^2(Z) = D^2(0) + K \cdot t$$

式中, $t$  为深度  $Z$  处雪颗粒的年龄; $K = K' \cdot A$  为雪颗粒尺度时间增长率,其中  $A$  为多年平均雪累积率, $K'$  为雪颗粒尺度深度增长率; $D^2(Z)$  为  $Z$  处的雪颗粒横截面积; $D^2(0)$  为  $Z=0$  处的雪颗粒横截面积。

林振耀,吴祥定,田国良:西藏高原暖季(5~10月)大气浑浊度及消光特性的初探。1984,39(3)

### 大气浑浊度分析公式

(1) Angstroem 经验公式:

$$\sigma_a(\lambda) = \beta \lambda^{-\alpha}$$

式中, $\sigma_a(\lambda)$  为测点上空整层垂直气柱内气溶胶对太阳辐射的消光系数; $\lambda$  为波长; $\alpha$  为取决于气溶胶大小尺度的指数(气溶胶粒子指数); $\beta$  为 Angstroem 浑浊度系数。

(2) 消光方程:

$$I_{\Delta\lambda} = \int_{\Delta\lambda} I_\lambda d\lambda = \int_{\Delta\lambda} I_{0\lambda} P_\lambda^{m(z)} d\lambda$$

式中, $\Delta\lambda$  为波段内的直接太阳辐射; $I_{0\lambda}$  为太阳光束在地球大气以外波长  $\lambda$  处的辐照率; $P_\lambda = \exp(-\sigma_\lambda) = \exp\{-[\sigma_R(\lambda) + \sigma_a(\lambda) + \sigma_s(\lambda)]\}$  为大气对波长  $\lambda$  的光谱透明度,其中  $\sigma_\lambda$  为波长  $\lambda$  处的单位大气质量消光系数, $\sigma_R(\lambda)$ 、 $\sigma_a(\lambda)$  和  $\sigma_s(\lambda)$  分别为分子散射消光系数、气溶胶消光系数和大气中某些气体的选择吸收消光系数; $m(z)$  为天顶距  $z$  时的相对大气质量。

(3) 高原大气浑浊因子:

$$\sigma_{\Delta\lambda} = T_{\Delta\lambda} \sigma_R(\Delta\lambda)$$

式中, $T_{\Delta\lambda}$  为大气浑浊因子; $\sigma_{\Delta\lambda} = \sigma_R(\lambda) + \sigma_a(\lambda) + \sigma_s(\lambda)$ 。

李树楷:卫星多谱段扫描图像 MS 的定位问题。1984,39(4)

### 卫星多谱段扫描图像 MS 的定位计算公式

(1) 理想扫描状态下任一像元的似平面坐标系坐标值:

$$y = f \cdot \tan \theta$$
$$x = f \cdot \tan(ML \cdot \Delta \delta)$$

式中,  $\theta = \left(I - \frac{N+1}{2}\right) \cdot \Delta \theta$  为  $y$  方向视野角, 其中,  $\Delta \theta$  为扫描方向瞬时采样角,  $N$  为一根扫描线的总像元数,  $I$  为像元坐标数;  $ML = \text{MOD}(J - 1.6) + 1$ ,  $J$  为扫描坐标数;  $\Delta \delta$  为卫星前进方向瞬时采样角。

(2) 采样不等速情况下任一像元的似平面坐标系坐标值:

$$y = f \cdot \tan(\theta + v)$$
$$x = f \cdot \tan(ML \cdot \Delta \delta)$$

式中, 视野角的变化角  $v$  在一个扫描断面里是像元数  $I$  坐标的函数, 对 2、3 号卫星  $v = a_1 \cdot I \cdot (I - N/2) \cdot (I - N)$  或  $v = a_0 + a_1 \cdot I + a_2 \cdot I^2 + a_3 \cdot I^3$ , 对 4 号卫星  $v = 2 \cdot \sin^{-1} \{A \cdot \sin W \cdot [t_0 + (I - 1) \cdot t]\}$ , 其中  $A$  为正弦函数曲线摆动幅度,  $W$  为扫描镜的角速度,  $t_0$  为扫描开始时间,  $t$  为采样时间。

(3) 存在三轴倾斜情况下任一像元的似平面坐标系坐标值:

$$x = -f \frac{a_1(X - X_0) + b_1(Y - Y_0) + c_1(Z - Z_0)}{a_3(X - X_0) + b_3(Y - Y_0) + c_3(Z - Z_0)}$$
$$y = -f \frac{a_2(X - X_0) + b_2(Y - Y_0) + c_2(Z - Z_0)}{a_3(X - X_0) + b_3(Y - Y_0) + c_3(Z - Z_0)}$$

式中,  $x, y$  为地面点的似平面坐标;  $X_0, Y_0, Z_0$  是假定投影中心  $O$  的坐标;  $X, Y, Z$  是地面点的坐标;  $f$  为假定投影主距。

马蔼乃:热红外扫描影像的立体观察实验。1985,40(3)

### 热红外扫描影像分析公式

(1) 扫描影像的像点位移公式 0:

$$\delta = \frac{R}{2} \cdot \frac{h}{H} \cdot \sin 2\varphi$$

式中,  $\frac{R}{2}$  为仪器常数;  $h$  为地面起伏;  $\varphi$  为扫描角;  $H$  为航高。

(2) 地形的相对高差:

$$h = \frac{1}{2} [(2H + I) + \sqrt{I(4H + I)}]$$

式中,  $h$  为地形的相对高差;  $H$  为相对航高;  $I$  为由视差角和显微镜镜筒旋转半径等确定

的参数。

徐希孺,金丽芳,贾常恭等:利用 NOAA-CCT 估算内蒙古草场产草量的原理和方法。1985,40(4)

利用 NOAA-CCT 估算内蒙古草场产草量的分析公式

(1) 绿度公式:

$$G = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

式中, $G$  为绿度; $\rho_1 = s(\rho_{v,1} - \rho_{l,1}) + \rho_{l,1}$ ;  $\rho_2 = s(\rho_{v,2} - \rho_{l,2} + \tau_v^2 s \rho_{l,2}) + \rho_{l,2}$ ;  $\rho$  代表反射率, $\tau_v$  代表透过度, $s$  代表叶面覆盖度,脚标 1 和 2 分别代表通道数,脚标  $v$  代表植被光谱量,脚标  $l$  代表土壤光谱量。

(2) 标准差:

$$ND = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$$

式中, $ND$  为标准差。

(3) 卫星信息的特征:

$$N_\lambda = K_\lambda \left( \frac{E_\lambda}{\pi} \rho_\lambda T_\lambda + L_{s,\lambda} \right)$$

式中, $N_\lambda$  为卫星传感器的输出数据(卫星传感器所测得的亮度值); $E_\lambda$  为地面辐照度; $\rho_\lambda$  为地面反射率; $T_\lambda$  为大气透过度; $L_{s,\lambda}$  为大气路径辐射; $K_\lambda$  为仪器转换常数;脚标  $\lambda$  为通道数。

毛赞猷:卫星影像上专题类型转绘方法的分析。1989,44(4)

影像类型界线转绘方法

(1) 对卫星影像进行高次或二次多项式变换:

$$X = a_1 x + a_2 y + a_{11} x^2 + a_{12} xy + a_{22} y^2 + \text{III}_a$$

$$Y = b_1 x + b_2 y + b_{11} x^2 + b_{12} xy + b_{22} y^2 + \text{III}_b$$

(2) 共线变换:

$$X = \frac{a_1 x + a_2 y + a_3}{c_1 x + c_2 y + c_3}$$

$$Y = \frac{b_1 x + b_2 y + b_3}{c_1 x + c_2 y + c_3}$$

(3) 仿射变换:

$$X = a_1x + a_2y + a_3$$

$$Y = b_1x + b_2y + b_3$$

(4) 相似变换:

$$X = kx$$

$$Y = ky$$

布和教斯尔,刘纪远,吴祖南:基于季相及经度特征的中国土地覆盖变化遥感研究。1998, 53(增刊)

### 土地覆盖变化分析公式

(1) 归一化植被指数  $NDVI$ (normalized difference vegetation index):

$$NDVI = (R_{nir} - R_{red}) / (R_{nir} + R_{red})$$

或

$$NDVI = (CH_2 - CH_1) / (CH_2 + CH_1)$$

式中,  $R_{nir}$  为 AVHRR1 波段(可见光)反射率;  $R_{red}$  为 AVHRR2 波段(近红外)反射率。

(2) 垂直植被指数  $PVI$ (perpendicular vegetation index):

$$PVI = (R_{nir} - a) \cdot (R_{red} - b) / (a^2 + 1)^{1/2}$$

式中,  $a$  和  $b$  为计算参数。

(3) 比值植被指数  $RVI$ (ration vegetation index):

$$RVI = R_{nir} / R_{red}$$

(4) 消除土壤影响的植被指数  $SAVI$ (soil adapted vegetation index):

$$SAVI = (1 + L) \cdot (R_{nir} - R_{red}) / (R_{nir} + R_{red} + L)$$

式中,  $L$  为消除土壤影响的参数(在湿度适中的土壤中  $L$  取 0.5 左右)。

(5) 全球植被指数  $GVI$ (global vegetation index):

$$GVI = K \left( \int NDVI + \theta \right) \cdot 350$$

式中,  $K$  和  $\theta$  分别为计算参数( $K$  一般取 240,  $\theta$  取 0.05)。

(6) 土地覆盖变化敏感区域的空间检索:

$$IA = P \sum_i \sum_j b_{ij} X_{ij}$$

式中,  $IA$  为搜索到的土地覆盖变化危险区域的面积;  $X_{ij}$  为  $j$  区域(其为土地覆盖类型区域)中第  $i$  个栅格上属性变量  $M_{ij}$  的确认值;  $b_{ij}$  为预先知道的相对变量;  $P$  为参数。

曾辉,邵楠,郭庆华:珠江三角洲东部常平地区景观异质性研究。1999,54(3)

### 景观的异质性分析方法

(1) 信息熵法:

$$I = n/(N - 1)$$

式中, $I$  为异质性信息熵; $n$  表示观察到的异质性次数; $N$  表示样段数。

(2) 空隙度指数法:

$$Z^{(1)} = \sum S[n(s,r)/N(r)]$$

$$Z^{(2)} = \sum S^2[n(s,r)/N(r)]$$

$$\Lambda(r) = Z^{(2)}/(Z^{(1)})^2$$

式中, $\Lambda(r)$  为空隙度指数; $N(r) = 2(M - r + 1)$  为以  $r \times r$  大小的滑箱滑动整个区域采样的总次数, $M$  为研究区域的边长; $S$  为景观组分在滑箱中出现的频数; $n(s,r)$  为所研究景观组分占据  $S$  个格子的滑箱个数。

池宏康,陈维英,张海蕾:遥感数据的裸沙土壤线校正方法。1999,54(5)

### 土壤线的数学表达式

$$\rho_R = b + a \cdot \rho_{IR}$$

式中, $\rho_R$  为红光反射率; $\rho_{IR}$  为近红外反射率; $a$  和  $b$  为常量。

## 第二章 地理信息系统

李占清,翁笃鸣:一个计算山地地形参数的计算模式。1987,42(3)

### 山地地形参数计算模式

(1) 山地局地平均坡向、坡度的计算模式:

$$\beta = \pi - \operatorname{arctg}\left(\frac{\partial H}{\partial x} / \frac{\partial H}{\partial y}\right)$$
$$\alpha = \operatorname{arctg}\left[\left(\frac{\partial H}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial y}\right)^2\right]^{1/2}$$

式中, $\beta$ 为坡向(以正南为0,沿顺时针方向为正); $\alpha$ 为坡度; $H(x,y)$ 为山区海拔高度场, $x$ 和 $y$ 分别代表东西向和南北向坐标( $x$ 坐标由西向东为正, $y$ 坐标由北向南为正)。

(2) 山区地形遮蔽角的计算模式:

$$h_s(\varphi) = \arcsin \frac{-\cos(\beta - \varphi)}{[\operatorname{ctg}^2 \alpha + \cos^2(\beta - \varphi)]^{1/2}}$$

式中, $h_s(\varphi)$ 表示方位角为 $\varphi$ 的方位上的自身遮蔽角。

史培军,陈晋:RS与GIS支持下的草地雪灾监测试验研究。1996,51(4)

### 草地雪灾监测分析公式

(1) 多时相最小亮度合成消云计算公式:

$$Ch_1 = \min(Ch_{11}, Ch_{21}, \dots, Ch_{j1})$$

$$Ch_4 = \max(Ch_{14}, Ch_{24}, \dots, Ch_{j4})$$

式中, $Ch_1$ 、 $Ch_4$ 为结果值; $Ch_{j1}$ 为各时相的1通道值; $Ch_{j4}$ 为各时相的4通道值; $j$ 为所取时段的总天数。

(2) 相对地势起伏程度计算公式:

$$R_0 = E - H_0$$

式中, $R_0$ 为 $Z_0$ 点的地形参数; $E$ 为 $Z_0$ 点上风向上各点高程的平均值; $H_0$ 为 $Z_0$ 点的高程值。

赵士鹏:基于 GIS 的山洪灾情评估方法研究。1996,51(5)

### 山洪灾情评估模型

(1) 山洪冲击力模型:

$$F = \left( \frac{r_c}{g} \right) V_c^2$$

式中,  $F$  为作用在流速方向垂直单位面积上的动压力( $t/m^2$ );  $r_c$  为山洪流体容重( $t/m^3$ );  $g$  为重力加速度;  $V_c$  为流速。

(2) 承灾体承灾能力分析模型:

$$D_i = \begin{cases} \frac{1}{1 - ae^{-bF}} & \text{当 } F < \delta_p \text{ 时} \\ 1 & \text{当 } F \geq \delta_p \text{ 时} \end{cases}$$

式中,  $D_i$  为第  $i$  类承灾体的受损害程度;  $F$  为冲击力;  $\delta_p$  为第  $i$  类承灾体承受山洪冲击的极限能力;  $a$  和  $b$  为待求系数。

(3) 灾情等级评价模型:

$$DM = \sum_i (VC_i \cdot D_i)$$

式中,  $DM$  为某格网的损失量;  $VC_i$  为某格网内第  $i$  类承灾体的价值。

(4) 产流模型:

$$FMAX = FC + A \left( \frac{PIV}{TP} \right)^P$$

式中,  $FMAX$  为下渗强度;  $FC$  为稳渗率;  $A$  为最大下渗强度与稳渗率之差;  $TP$  为控制带内孔隙的总体积;  $PIV$  为饱和前能被储存于控制带内的水的体积;  $P$  为与下渗强度减速度有关的系数。

(5) 洪水运动连续方程:

$$I - Q = \frac{dS}{dt}$$

式中,  $I$  为入流量;  $Q$  为出流量;  $S$  为格网单元内储存水的数量;  $t$  为时间。

(6) 洪水运动流速公式:

$$V = \frac{1}{n} SL^a R^b$$

式中,  $V$  为流速;  $n$  为曼宁系数;  $SL$  为比降;  $R$  为水力半径;  $a$ 、 $b$  为经验参数。

(7) 泥沙冲淤连续方程: