

# 水文研究中的一种微机制图方法

郝小品, 焦菊英

(中国科学院、水利部水土保持研究所, 陕西杨凌 712100)

**摘要:**微机制图具有速度快、精度高等特点, 成为各个领域研究人员实用的研究手段。在水文研究中, 利用 SURFER 软件, 将实测的水文要素散点值输入计算机, 通过数据的网格化处理, 即可生成不同需求的趋势图。可定性、定量、定位地反映水文要素的空间分布和变化特征, 为水文要素规律的研究提供分析图件。

**关键词:**水文; 微机制图; 方法

地图是一种按照一定的数学模式, 用符号在平面上表示各种不同空间信息的特殊图解模型。它具有直观性、综合性、空间性等特点, 能很好地表达研究要素在地理空间的变化规律及其形成原因, 揭示和反映研究要素在不同地区内分布的规律。随着计算机技术的发展和相应软件的不开发, 以及微机制图具有速度快、精度高等特点, 微机制图已成为各个领域和行业的研究人员非常实用的研究手段。本文介绍一种利用 SURFER 软件制作水文要素实测值散点图、实测值内插等值线图及三维立体图的制作方法, 将水文要素的特征以地图形式表现出来, 使之成为直观、鲜明的形象模型, 可定性、定量、定位地反映水文要素的空间分布和变化特征, 为水文要素规律的研究提供分析图件。

## 1 实测值散点图的制作

实测值散点图是按采样点表示元素含量分析值的图形, 简单明了, 如实地反映采样点位的元素含量, 可使研究者了解采样点的分布状况和元素含量值的区域分布。通过实测值散点图, 尚可了解采样点布置是否均匀合理, 是否有漏采点和异常点等。

实测值散点图的制作, 首先是将实测点的地理经度和纬度及对应的要素实测值输入文件(也可将经纬坐标转换成平面直角坐标), 文件格式为:

经度	纬度	水文要素值
@@@	@@@	@@@
@@@	@@@	@@@

存成 DAT 文件。然后进入 SURFER 软件的 TOPO 模块, 选择 POST, 按菜单提示说明点绘格式。可用 XYLINE 命令对图形进行水系、地名标置, 还有一系列的命令可对图形进行修饰, 完成后, 用 OUTPUT 命令存图打印。绘制的实测散点图如图 1 所示。

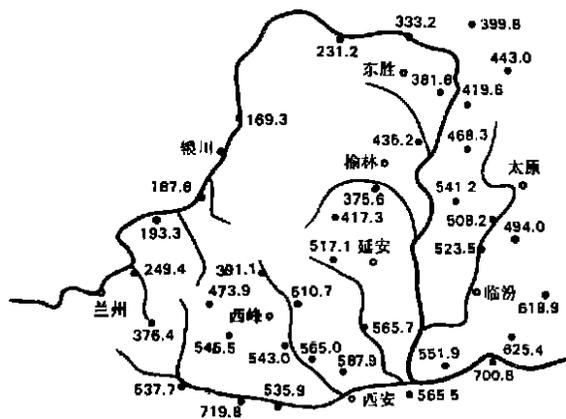


图 1 黄土高原年降雨实测值(1955~1986年平均)散点图

## 2 实测值内插等值线图的制作

### 2.1 数据的网格化处理

实测值内插等值线图是对非采样点用一定的内插方法作的等值线图。这种图形反映水文元素空间分布的实际状况, 由采样密度和测试精度来决定真实性, 所以, 严格地说应该是反映实测值的空间分布

规律。其内插方法有两类,距离法和 Kriging 插值法。水文要素样点一般不为规则的样点,用计算机制图需要规则的网格数据,网格数据能够在一定程度上反映出元素含量区域性分布规律和变化趋。可借助于下面两种内插法来产生网格数据。

21111 距离加权插值法

该方法是将研究区划为规则网格,每个网格交点的值是将它最近的若干点的值用距离加权公式求得。公式如下:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i / (d_i)^a}{\sum_{i=1}^n 1 / (d_i)^a} \quad (1)$$

式中: Z 为所求点的值;  $Z_i$  为临近点的实测值;  $d_i$  为临近点到所求点的距离; a 为距离权重系数(  $0 < a \leq 10$  ); n 为欲求的点数。

在(1)式中,距离权重系数 a 越大,离所求点越近的实测点对所求值的影响也越大,反之亦然。也就是距离权重系数越小,制出的等值线图越平缓,对实测值起平滑作用。距离权重系数较大,制出的图越接近实测值的起伏状况。

21112 Kriging 插值法

Kriging 法是一种最优的内插法,它的实质是一个实行局部估计的加权平均值,其数学模式为:

$$U^*(x_0) = \sum_{i=1}^n K_i L(x_i) \quad (2)$$

式中:  $U^*(x_0)$  为估测点  $x_0$  上的内插估计值;  
 $L(x_i)$  为点  $x_0$  附近的第 i 个观测点上获得的实测值;  
 $K_i$  为实测值的加权系数;  
 n 为选用的实测点数。

内插估值的精度,取决于如何正确地选取各实测值的加权系数  $K_i$ ,因此 Kriging 的内插关键是  $K_i$  的求取。

两种方法相比, Kriging 法比距离法绘制的图更为准确,但距离法的计算速度快一些。

212 实测值内插等值线图的微机制作

实测值内插等值线图是用 SURFER 软件的 TOPO 模块来制作的。先进入 SURFER 的 GRID 模块,对 @@@IDAT 文件数据进行网格化,即选择菜单 RANDOM METHOD,若选用距离加权内插法,则选择菜单 INVDIST,若选用 Kriging 插值法,则选用菜单 KRIGING,软件将对数据按所选择的方法生成网格数据并自动存盘,文件形式为 @@@.GRD,生成网格数据后,进入 TOPO 模块,用 @@@.GRD 文件

做图。

做图过程中可进行一系列的修饰和选择,如等值线的范围、疏密、标注、光滑,加图名和比例尺,加网格,加符号等等,可按做图要求选择,改变各选项的参数,做理想的等值线图。图 2 和图 3 显示了通过上述方法编制实测值内插等值线图。

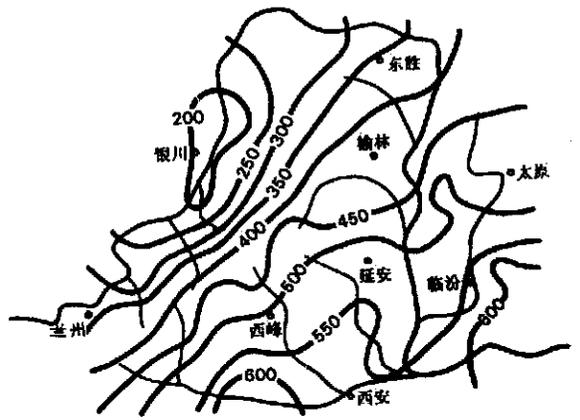


图 2 黄土高原年降雨实测值(1955~ 1986 年平均) 距离法内插等值线图

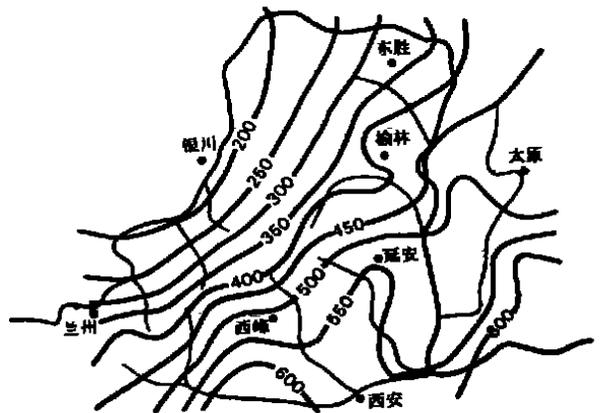


图 3 黄土高原年降雨实测值(1955~ 1986 年平均) Kriging 法等值线图

3 三维立体图的绘制

三维的立体图具有立体感和直观感,是用 SURFER 软件包的 SURF 模块制作的,所用数据与做 (下转第 24 页)

表3 辽北地区降雨侵蚀指数 t 检验表

样本年	n	D = X <sub>1</sub> - X <sub>0</sub>				D = X <sub>2</sub> - X <sub>0</sub>			
		E d	d	S <sub>d</sub>	t	E d	d	S <sub>d</sub>	t
1980	11	- 01 14	- 01 013	01 587	01022	- 11 50	- 01 136	01 325	- 01419
1981	7	- 01 89	- 01 127	01 520	01245	- 21 10	- 01 300	01 471	- 01639
1982	8	- 01 48	- 01 060	01 729	01082	- 11 73	- 01 216	01 548	- 01394
1983	19	- 01 10	- 01 321	01 417	01770	21 16	01 114	01 382	01298
1984	13	- 11 77	- 01 136	01 378	- 01361	41 32	01 332	01 345	01963
1985	13	- 21 59	- 01 199	01 353	- 01565	41 57	01 352	01 300	11171
1986	9	- 01 60	- 01 733	01 357	- 21052	41 64	01 516	01 496	11038
1987	17	71 60	01 447	01 178	21514	11 73	01 102	01 331	01307
1988	9	11 12	01 124	01 435	01286	- 41 23	- 01 470	01 336	- 11284
1989	7	01 22	01 889	01 664	11339	- 11 72	- 01 246	01 587	- 01419
1990	12	- 41 65	- 01 388	01 716	- 01541	- 41 17	- 01 348	01 589	- 01590
1980~1990	11	- 81 28	- 01 753	11364	- 01552	11 97	01 179	11 028	01174

动能公式,在辽西半干旱地区及辽北半湿润地区计算的降雨侵蚀指数,各系列值之间不存在系统偏差,它们之间的差异只是随机误差的反映。

## 4 结 论

以辽西半干旱地区和辽北半湿润地区的 198 次自记侵蚀降雨资料为依据,采用辽宁省水保所、中科院西北水保所及美国率定的雨滴动能公式,分别计算降雨侵蚀指数系列值,经拟合分析,降雨侵蚀指数服从以(L, R)为参数的对数正态分布。根据分布的非正态性质,选用了以辽西公式计算值为对照的配对 t 检验法,对不同公式计算的系列值之间的差异显著性进行了检验,检验结果表明,西北与辽西公式、美国与辽西公式,其系列差值在显著性水平 A

(0105)下的差异不显著,即各公式的系列值之间不存在系统偏差,其间的差异只是随机误差的反映;对于多年平均的降雨侵蚀力而言,随机误差的相对值都很小,西北公式在两地区分别为 216% 及 - 016%,美国公式在两地区分别为 - 210% 及 012%,这充分说明,尽管 3 个公式来源于不同的地域和气候条件,但公式在两地区计算的降雨侵蚀指数却是一致的,各公式的代换应用是完全可行的,省内未开展雨滴观测的各气候区已无必要再去率定本区的雨滴动能公式,用于计算降雨侵蚀力的公式,可以从比较的 3 个公式中任选其一。

收稿日期:1999- 02- 15 修改日期:1999- 11- 20

作者简介:宋国献,身份证号:210103580917451,1982 年毕业于沈阳农业大学林学系,学士,高级工程师,现工作于辽宁省水土保持局计划协调科。

(责任编辑 党福江)

(上接第 16 页)

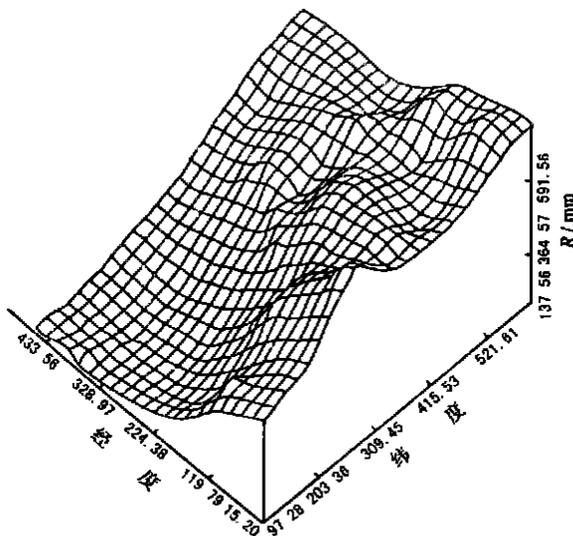


图4 黄土高原年降雨(1955~1986年平均)

Kriging 法实测内插三维立体图

等值线图,做图可以沿二轴任意旋转,也可以任意倾斜,同时有多种多样的做图选择来满足各种需要,研究者可根据需要做三维立体图形,如图4所示。

实测值散点图与等值线图是水文要素分析不可缺少的图件,用该方法制作的图形,速度快、精度高,可随时改变制图内容方式和比例;还可以制作不同方次趋势图,对不同因素作相同图进行比较,存入计算机形成图库,随时调用。SURFER 软件是一种常用的计算机应用软件,对硬件和外围设施要求非常低,一台普遍的 PC 机和一般打印机就能工作。

收稿日期:1999- 06- 15

作者简介:郝小品,身份证号:610403560308004,实验师,现工作于中国科学院、水利部水土保持研究所,主要从事计算机绘图及数据处理工作。

(责任编辑 李树彬)