

空间插值方法在绘制降水量等值线中的应用

范银贵

(湖南省邵阳水文水资源勘测局,湖南 邵阳 422000)

摘要:以绘制湖南邵阳地区 2000 年年降水量等值线为例,介绍距离倒数加权法、最小曲率法、三角剖分线性插值法、克立格法这 4 种常用空间插值方法的原理,对其优缺点及适用范围进行比较.应用实例表明,用克立格法的插值结果绘出的等值线美观且接近实际,认为克立格法是适用于邵阳地区降水量空间插值的方法.

关键词:降水量;空间插值法;等值线;水文统计

中图分类号:TV131.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-7647(2002)03-0048-03

降水时空分布规律研究中,绘制雨量等值线图的目的 是将离散的雨量站点数据进行空间插值^[1],进而绘出等值线,为下一步的研究提供直观的图形支持.以前这项工作常常由手工完成,费时费力,随着计算机软硬件水平的不断提高,目前可以方便地借助计算机完成这项工作^[2,3].常用的方法有:距离倒数加权法、最小曲率法、三角剖分线性插值法、克立格法等.下面以绘制邵阳地区 2000 年年降水量等值线为例,比较该 4 种常用插值方法的优劣.邵阳地区 2000 年各站年降水量见表 1.

表 1 邵阳地区 2000 年各站年降水量

站名	东经 /(°)	北纬 /(°)	降水量 /mm	站名	东经 /(°)	北纬 /(°)	降水量 /mm
汪家田	110.58	26.52	1744.3	三门江	111.23	26.93	1425.8
武冈	110.60	26.72	1391.2	罗家庙	111.25	27.02	1333.7
鸭塘铺	110.80	26.75	1313.8	檀木塘	111.85	27.12	1223.6
武阳	110.32	26.73	1514.2	邵东	111.73	27.23	1301.1
瓦屋塘	110.33	26.93	1582.7	官桥铺	111.62	27.18	1292.2
红岩	110.50	26.90	1548.3	五丰铺	111.47	26.88	1429.9
高沙	110.68	26.97	1326.9	诸家亭	111.58	27.03	1284.9
黄桥	110.85	27.03	1369.2	短陂桥	111.57	27.27	1330.5
洗马	110.47	27.32	1768.0	茅坪	111.47	27.23	1390.6
栗山界	110.45	27.15	1693.0	刘付冲	111.47	27.43	1946.2
长塘	110.52	27.13	1563.4	高坪	111.12	27.48	1316.7
金屋塘	110.35	27.07	1982.3	岩口铺	111.23	27.22	1360.9
金盆形	110.45	27.03	1658.7	大河滩	111.38	27.50	1243.6
洞口	110.55	27.07	1541.5	双林	110.93	27.73	1762.7
山门	110.68	27.23	1495.8	白茅坪	110.37	26.27	1402.9
苏家洞	110.80	27.32	1396.1	界溪	110.13	26.38	1880.3
匡家铺	110.93	27.53	1423.4	黄桑	110.05	26.43	1691.0
隆回	110.98	27.13	1329.9	黄土头	109.98	26.50	1867.3
枯桑	111.03	26.93	1276.6	朝仪	109.97	26.58	1863.9
麻林	110.63	26.47	1623.6	丰家	110.07	26.57	1659.4
新宁	110.87	26.45	1599.4	党坪	110.08	26.60	1570.3
回龙寺	111.10	26.75	1264.2	小沙江	110.75	27.52	1551.8

空间插值方法很多,了解几种常用的空间插值方法的原理及其优缺点,对于针对不同空间数据选择适当的插值方法及其相关参数是十分必要的.应用以上方法所得的插值结果的极值见表 2.

表 2 邵阳地区 2000 年降水量插值变化范围 mm

极值	实际 降水量	插值降水量			
		距离倒数 加权法	最小曲 率法	三角剖分 线性插值	克立 格法
最小值	1223.6	1224.1	608.0	1233.3	1224.0
最大值	1982.3	1973.1	3283.3	1975.1	1996.2

1 距离倒数加权法

距离倒数加权法以数据点与网格点的距离平方倒数作为权值,距离越大权值越小,反之则越大.距离倒数加权法的优点是算法简单,易于实现.在进行插值时其结果在用于插值数据的最大值和最小值之间,见表 2.该方法的不足是没有考虑数据场在空间的分布,往往会因为采样点的分布不均而使得估值结果产生偏差.另外,由于插值结果肯定介于估值区域的实测最大值和最小值之间,等值线只根据实测数据内插,当实测数据漏测区域为最大值、最小值时,该法也会漏估其最大值、最小值.用这种插值结果绘出的等值线,平滑美观,但与实际有出入(图 1).当区内雨量站网密度较大,控制较好时用此法估值可取得较好的效果,可以把它当作精确估值,否则只能作平滑估值用.

2 最小曲率法

最小曲率法就是构造出具有最小曲率的曲面,

作者简介:范银贵(1967—),男,湖南邵阳人,工程师,从事水文预报工作.

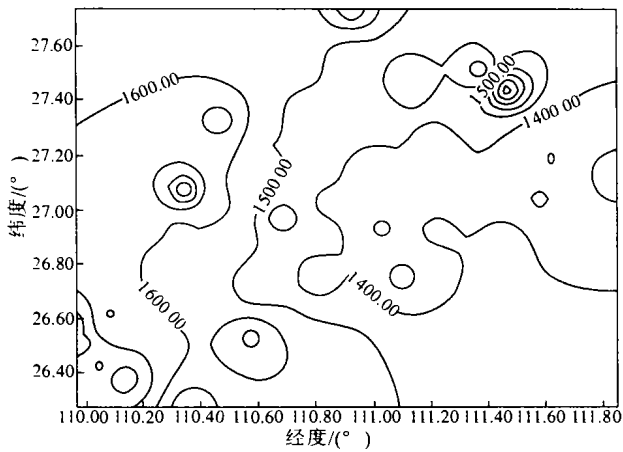


图1 用距离倒数加权法绘等值线

使其穿过空间场的每一点,并尽可能使曲面变得光滑.最小曲率法主要考虑曲面的光滑性,因此插值的成果容易失真,往往超出了最大值和最小值的范畴(表2),插值后的最小值比原实测最小值偏小50%,最大值比实测最大值偏大66%.由此绘出的等值线与实际相差较大(图2).实际应用中此法只能作为平滑估值,绘出的降水量等值线主要用于定性研究降水的空间分布及走向.

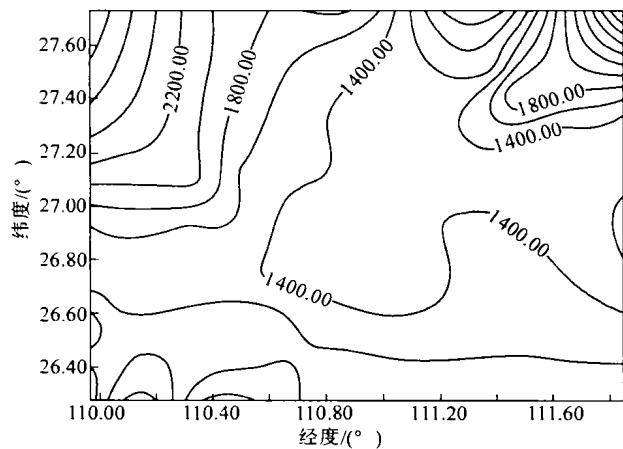


图2 用最小曲率法绘等值线

3 三角剖分线性插值法

三角剖分线性插值法是把数据点用线相连,在平面中形成许多三角形,并使三角形间互不穿切.这样整个空间场就可以看成由这些小三角平面构成,每个三角形的顶点都由样品点所代替.插值时,将落在小三角平面投影中的网格点用三角平面上的值来代替.这种方法是精确插值,较为忠实原始数据点,插值结果落在最大值与最小值之间(表2).但由于过分依赖原始数据,由此绘出的等值线生硬机械,折线多,不平滑(图3).因为此法涉及三角剖分、平面拟合以及投点等几个步骤,因而计算量很大,只有通过编程解决.实际应用中此法只作为精确估值用,绘

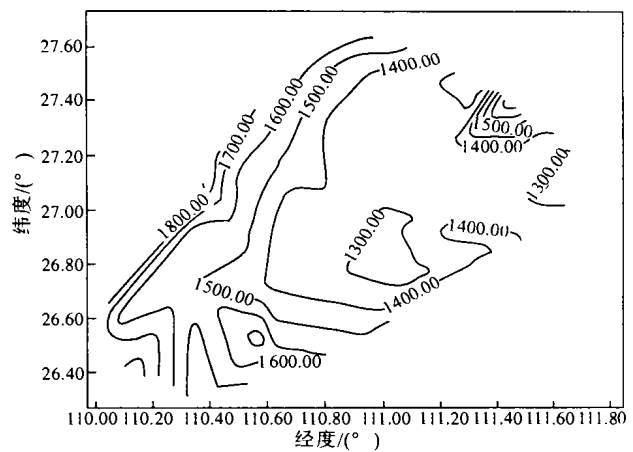


图3 用三角剖分线性插值法绘等值线

出的降水量等值线主要用于查读某一地点某一时段内的降水量.

4 克里格法

克里格法是以法国 D. G. Krige 的名字命名的一种最优内插法.克里格法分为两步:第一步是对空间场进行结构分析,也就是说,在充分了解场的性质的前提下,提出变差函数模型;第二步是在该模型的基础上进行克里格计算.按照空间场是否存在漂移可将克里格插值法分为普通克里格法和泛克里格法.其中普通克里格法常称为局部最优线性无偏估计,所谓线性是指估计值是样本值的线性组合,即加权线性平均,无偏是指理论上估计值的平均值等于实际样本值的平均值,即估计的平均误差为零,最优是指估计的误差方差最小.

克里格法以空间结构分析为基础进行估值,因此该法充分利用了数据空间场的性质,在插值过程中可以反映空间场的各向异性,并且充分利用数据点之间的空间相关性;可以自动识别样品点的空间分布,如果若干个样品距离较近而且在同一方向,那么离待估点较近的点的权值较大,而其它点的权值较小,这就消除了由于采样不均带来的误差,这种现象在克里格插值中称为“屏蔽效应”;可以产生超出估计区域的最大值和最小值范围(表2),甚至出现负值,因此在某些情况下更加符合实际.由此绘出的等值线既美观又真实(图4),是我们经常采用的方法.

克里格插值考虑的因素较多,因此算法较为复杂,而且所耗机时较多;因为克里格插值过程中会产生负值,因此在估计降水量(主要是时段降水量)时会产生错误,只要在出现负值的区域附近人为增加一些点据,再进行插值计算就可以克服这种错误.

5 结 语

绘制降水量等值线图要考虑的因素较多,最重

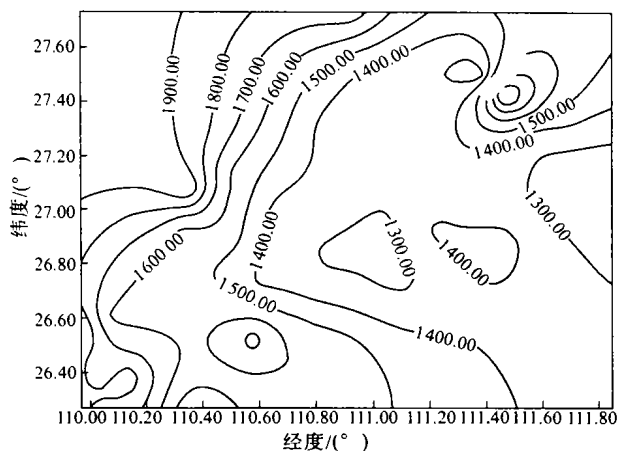


图4 用克立格法绘等值线

要的就是离散数据的空间插值,有时需要平滑估值,有时需要精确估值,可以根据实际需要选定合适的插值方法,绘出理想的等值线.从实例来看,克立格法能较好地满足邵阳地区降水量的空间插值计算,其它方法可作为估值参考.

参考文献:

- [1] 冯康.数值计算方法[M].北京:国防工业出版社,1979.
- [2] 徐士良.C常用算法程序集[M].北京:清华大学出版社,1994.
- [3] 李新友.计算机图象综合技术[M].北京:机械工业出版社,1997.

(收稿日期:2001-06-29 编辑:张志琴)

·简讯·

国家自然科学基金委员会工程与材料学部水利学科前沿研讨会在河海大学举行

由国家自然科学基金委员会工程与材料学部水利学科组织的土体变形新理论与大型工程实践对比研究前沿研讨会于2002年5月23日至24日在河海大学召开.来自浙江大学、同济大学、大连理工大学、西安理工大学、清华大学、上海交通大学、南京水利科学研究所和河海大学等10多所大专院校、科研院所的50多位专家、教授出席了会议,国家自然科学基金委员会工程与材料学部水利学科主任李万红教授出席会议,清华大学沈珠江教授、河海大学殷宗泽教授、刘汉龙教授共同主持了会议.研讨会通过25块展板展示和交流了近年来土力学与工程领域国家自然科学基金资助项目研究的丰富成果.10多位专家作了立项建议发言,代表们对此进行了广泛而认真的讨论.

(本刊编辑部供稿)

第6届全国土动力学学术会议在河海大学举行

由中国振动工程学会土动力学专业委员会、中国土木工程学会土力学及岩土工程分会、中国力学学会岩土力学专业委员会、中国水利学会岩土力学委员会、中国建筑学会工程勘察分会与地基基础专业委员会、中国地震学会地震工程专业委员会、中国工程建设标准化协会建筑振动专业委员会联合主办,河海大学岩土工程研究所与南京水利科学研究所共同承办的第6届全国土动力学学术会议,于2002年5月25日至26日在河海大学举行.

这是本世纪初第一次全国土动力学与岩土地震工程学术盛会.会议就土的动力特性与本构关系、土工建筑物抗震分析与设计、土工动力测试技术及应用、土工抗震加固技术及工程实录分析等专题,对国内外近年来的发展和研究工作进行了广泛的学术交流,来自全国有关高等院校、科研院所的120名专家教授出席了学术研讨会,中国科学院院士沈珠江教授、江苏省建设厅厅长黄卫、南京水利科学研究所所长张瑞恺教授、国家自然科学基金会水利学科主任李万红教授、中国振动学会秘书长陈国平教授、河海大学党委书记林萍华教授等参加了会议.河海大学岩土工程研究所所长刘汉龙教授主持了开幕式.

(本刊编辑部供稿)

全国混凝土结构教学研讨会在河海大学召开

中国土木工程学会教育工作委员会主办的第七届全国混凝土结构教学研讨会于2002年5月18~20日在南京河海大学召开,来自全国100余所学校及有关出版社的共236位代表就混凝土结构教学领域的最新进展和经验等进行了讨论和交流.会议收到论文90余篇,涵盖了混凝土结构教学领域的各个方面:土木工程人才培养模式及教学计划,钢筋混凝土教材建设、教学改革和教学法研究,混凝土结构现代化教学手段和方法,毕业设计和实践性环节教学,复合型人才和创新思维能力培养等.

研讨会上,吕志涛院士、陈肇元院士作了关于“21世纪的混凝土结构”和“混凝土结构的安全性和耐久性”的报告;周氏教授介绍了新颁布的《混凝土结构设计规范》修改要点;叶列平、蒋永生、沈蒲生、刘西拉作了关于土木工程专业人才培养和钢筋混凝土结构教学改革方面的专题报告.

(吴胜兴供稿)