

隆德县降水空间分布式模型研究

张维江^{1,2}, 李娟¹, 马轶¹

(1. 宁夏大学 西北退化生态系统恢复与重建省部共建教育部重点实验室, 银川 750021;

2. 宁夏大学 土木与水利工程学院, 银川 750021)

摘 要:降水是隆德县水资源的主要补给来源,降水资源评价在区域水资源评价工作中占有至关重要的地位。研究利用距离倒数加权法对隆德县降水量进行空间插值,并借助 Region Manager 软件,在建立研究区降水、高程及地理位置数据库的前提下,绘制了区域降水量等值线图,对隆德县区域降水的空间分布式模型进行研究,为区域水资源评价提供依据。

关键词:降水;隆德县;降水量等值线;空间分布

中图分类号:S157.1;P426

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)05-0339-03

Study on the Spatial Distribution Model of Precipitation in Longde County

ZHANG Wei-jiang^{1,2}, LI Juan¹, MA Yi¹

(1. Key Laboratory of Western Degraded Ecosystem Recover and Reconstruction of Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2. Civil Engineering and Hydropower Project College of Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: Precipitation is the major source of the water resource in Longde County and the evaluation job of precipitation takes an important role in the water resources evaluation work. The study did the spatial interpolation of the precipitation through the method of distance reciprocal weight and set up the data bank, which include the precipitation, elevation and geodetic position, then map the precipitation isoline. And studied the spatial distribution model of the precipitation in Longde county, which can provide reference to regional water evaluation.

Key words: precipitation; Longde county; precipitation isoline; spatial distribution

1 研究区概况

隆德县位于宁夏回族自治区南端,六盘山脉以西,地理位置北纬 $35^{\circ}21' \sim 35^{\circ}47'$,东经 $105^{\circ}48' \sim 103^{\circ}15'$ 。东西宽 41 km,南北长 47 km,总面积 985 km²。东北部与宁夏原州区、东南部与宁夏泾源县、南部与甘肃庄浪县、西部与甘肃静宁县、西北部与宁夏西吉县五县(区)接壤,绝大部分属于渭河水系的葫芦河流域,北部属于黄河一级支流清水河流域。县境内地势东高西低,地形复杂,类型多样,既有狭长的黄土梁,又有浑圆的黄土峁。据统计,多年平均降水量 517.3 mm,年最大降水量为 870.7 mm,年最少降水量为 198.3 mm;多年平均水面蒸发量 900 mm;全年总辐射量 510.98 kJ/cm²;县域属中温带季风区半湿润向半干旱过渡型气候,东部高寒阴湿,为半湿润高山森林型气候;西部温和干燥,为半干旱草原性气候。干旱、冰雹、霜冻、洪涝等自然灾害频繁,当地生态与环境恶劣,同时人民生活水平低下。

2 研究区降水量等值线的绘制

隆德县地形复杂多样,区域降水分布不均匀。可以通过降水量等值线的绘制对区域降水空间分布特性进行较为形

象、直观的描述。

目前对于降水量空间分布研究的主要方法有统计模型法、空间插值法及综合方法 3 种类型^[1~4]。其中,统计模型法根据实测站点的信息,建立降水因子同位置、地形及气象等因子间的关系,模拟降水信息的空间变化规律;空间插值法利用多种数学模型,拟合未采样点的降水信息,常用的方法有距离权重法、样条函数法、趋势面法、克里金法(Kriging)和泰森多边形法等;综合性方法则将统计模型与空间插值相结合对降水空间分布规律进行研究。

本研究中首先参考已有站点的降水资料,利用空间插值原理,对研究区域进行降水量等值线图的绘制,以便对区域降水的空间分布进行形象、直观地描述。

以前,等值线的绘制工作多由手工完成,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该项工作。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、克里格法等。对以上插值方法进行分析比较,其中最小曲率法主要考虑曲面的光滑性,插值成果容易失真,主要用于定性研究降水的空间分布及走

收稿日期:2006-07-06

基金项目:宁夏大学 2005 年校级科研课题“隆德县区域水资源利用与开发的理论与方法研究”

作者简介:张维江(1963—),男,教授,博士,硕士生导师,主要从事旱区水资源和水土保持与荒漠化防治研究。

向^[5];三角剖分线性插值法绘制的等值线机械生硬,计算量较大,程序编写较为复杂;克里格法中将会产生“屏蔽效应”^[6],可以消除由于采样不均带来的误差,但是容易出现负值且算法复杂,所耗时较大。本文选用距离倒数加权法对隆德县全境的降水量进行插值,绘制降水量等值线进行降水空间分布特性的研究。

距离倒数加权法是选取已有观测站的站点雨量(称基准站雨量)数据,以待定点与基准站之间的距离倒数作为权值,距离越大,权值越小,即距离待定点距离越近的雨量站点对待定点雨量影响最大,反之越小。通过对隆德县全境进行考察,在 1:50 万地形图上选择待定点(基本上分布均匀)对区域进行控制,并选取了区域附近的六盘山气象站、宁夏泾源县、宁夏西吉县、甘肃静宁县、甘肃庄浪县已有的雨量观测数据,配合隆德县气象站已有观测数据,对各个待定点的雨量进行插值计算,进而绘制隆德县多年平均降水量等值线图。由于降水量的空间分布不均匀,待定点降水量更接近于距离最近的基准雨量站降水量。根据已知 3 个基准站降水量,可以利用公式(1)对各待定点降水量进行推算。

$$R_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{d_b + d_c}{d_a + d_b + d_c} \right) R_a + \frac{1}{2} \left(\frac{d_a + d_c}{d_a + d_b + d_c} \right) R_b + \frac{1}{2} \left(\frac{d_a + d_b}{d_a + d_b + d_c} \right) R_c \quad (1)$$

式中: R_{ij} ——待定点降水量(mm); d_a, d_b, d_c ——待定点至基准站距离(km); R_a, R_b, R_c ——基准站降水量(mm)。

表 1 待定点降水量

区域	待定点	所在地	至基准站距离/m			年平均降水量/mm
			d_a	d_b	d_c	
I	1	大庄	41359.74	7426.54	14798.03	552.9
	2	前庄	45050.30	3206.32	14331.84	558.7
	3	倪家套子	46449.08	9063.27	11263.83	563.2
	4	观堡	44859.47	9783.65	9364.66	559.7
	8	好水	47317.68	13847.47	5154.57	561.2
II	9	峰台	22953.78	13315.56	5540.99	585.6
III	6	杨河	38395.00	28737.51	14266.26	467.0
	7	牛家河	46291.94	30882.45	9546.48	470.5
	10	桃源	42255.69	24260.35	13205.55	468.5
	11	张程	39251.54	18659.65	19656.74	465.1
	12	观帝掌	41612.98	19116.60	17891.90	466.5
	13	神林	45149.67	17801.40	17553.82	467.4
	14	沙塘镇	46832.21	23280.55	12229.20	469.9
	15	二十里铺	48020.41	27544.66	7935.24	471.8
	16	八里铺	49166.84	30952.65	5407.76	472.9
	22	联财镇	45182.35	12149.43	23429.26	465.0
IV	20	王道论村	32139.51	39946.67	54581.22	482.8
	21	凤岭	25089.86	36736.83	12027.32	488.2
	23	桃山	29839.16	33509.22	11386.05	489.5
	24	上梁	30972.28	35790.09	9275.22	490.1
	32	温堡	22748.59	29387.62	20760.95	486.0
	33	张家垣	29542.62	26887.74	18978.02	488.0
	34	唐山梁	30393.29	29763.40	15208.93	488.9
V	19	陈新	19350.44	42126.86	5014.53	541.4
	25	山河	17158.63	36147.36	17158.63	541.7
	26	大漫坡	13707.56	35577.91	12915.10	543.5
	27	崇安	13616.04	33818.73	14919.58	543.1
	28	苏台	13741.72	30509.63	18826.42	542.3
	29	黄草沟洗矿厂	11418.49	31174.04	20781.02	544.0
	30	莫安	19663.80	27472.06	19663.80	538.1
	31	杨沟	21855.47	23280.55	22364.42	536.0

在插值计算过程中,选取了宁夏西吉县城、隆德县城、泾源县城、六盘山气象站以及甘肃静宁县城、庄浪县城已有的降水资料作为基准站降水量。根据待定点与基准站点的分布,将研究区分为 5 个小区,利用式(1)分别对各小区内待定点的降水量进行计算,计算结果见表 1。根据各待定点的降水量数据,绘制隆德县降水量等值线图,见图 1。

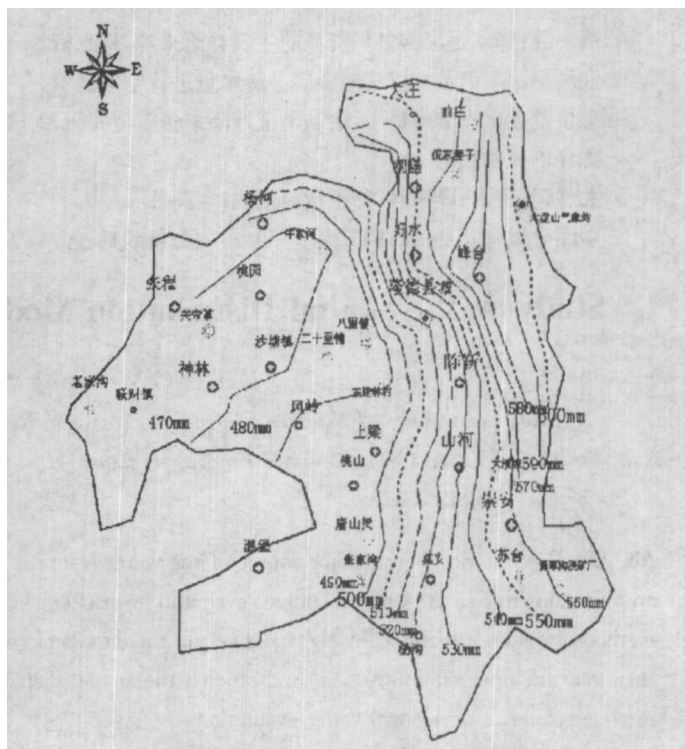


图 1 隆德县多年平均降水量等值线图

从多年平均降水量等值线图中可以看出,隆德县降水量在空间分布上自东向西递减,最大差异 130 mm。其中,靠近六盘山的东部地区,由于受到六盘山的抬升及六盘山林区影响,降水随着海拔高度的升高急剧增大,六盘山区降水量在全县境内达到最大值,接近 600 mm;西部由于地形相对平缓,降水变化不及东部地区显著。

为了便于研究区域降水的空间分布规律,首先建立区域降水、高程、经纬度因子数据库。数据库软件选择 Region Manager。数据库建立过程如下:

- (1)对研究区 1:5 万地形图进行扫描。
- (2)将扫描后的地形图进行矢量化。
- (3)将矢量化的地形图导入 Region Manager 软件。选择代表点,提取其降水量、经度及纬度数值,建立降水、高程、经度及纬度因子数据库。

3 研究区降水空间分布模型的建立

降水在二维空间的分布有 3 种组合:(1)降水与经度和纬度的关系;(2)降水与经度和高度的关系;(3)降水与纬度和高度的关系。3 种关系分别表征了降水在平面上的分布、在纬向随高度的变化及降水沿着径向随高度的变化,据此可讨论降水的空间分布特征。

借助已建立的降水、高程、经度及纬度因子数据库,对研究区降水的空间分布规律进行探讨。表 2 为部分代表点降

水量、高程及经纬度。

(1)对降水量及高程、经纬度进行相关分析。降水量同高程、经度、纬度相关系数分别为 0.790,0.819 和 0.110,降水量同高程和经度具有较高的相关性,同纬度相关性较低。

(2)建立区域降水空间分布式模型。由相关分析结果可知,研究区降水同纬度之间的相关系数仅为 0.110,相关性较低,因此在降水空间分布模型的建立中,剔除纬度因子,只考虑高程及经度对降水量的影响。

对降水量(P)与高程(h)、经度(λ)进行回归分析,分析结果见 3。

表 2 代表点降水及影响因子

代表点 所在地	降水量 P/ mm	高程 h/ m	经度 λ/ (°)	纬度 φ/ (°)
大庄	552.9	2155	106.11	35.76
前庄	558.7	2278	106.15	35.75
倪家套子	563.2	2250	106.14	35.72
观堡	559.7	2236	106.11	35.72
好水	561.2	2100	106.098	35.66
峰台	585.6	2200	106.15	35.65
杨河	467	1879	105.99	35.68
牛家河	470.5	1960	106.03	35.66
桃源	468.5	2000	105.97	35.63
张程	465.1	1960	105.91	35.64
观帝掌	466.5	1900	105.92	35.61
神林	467.4	1815	105.92	35.58
沙塘镇	469.9	1883	105.99	35.59
二十里铺	471.8	1936.5	106.03	35.59
八里铺	472.9	1990	106.06	35.61
联财镇	465	1800	105.86	35.57
王道论村	482.8	2060	106.08	35.57
凤岭	488.2	1950	106.011	35.72
桃山	489.5	2080	106.07	35.51
上梁	490.1	2243	106.071	35.53
温堡	486	1870	105.97	35.46
张家垣	488	1950	106.03	35.42
唐山梁	488.9	2091	106.05	35.47
陈靳	541.4	2233	106.15	35.57
山河	541.7	2200	106.15	35.51
大漫坡	543.5	2360	106.2	35.5
崇安	543.1	2295	106.18	35.49
苏台	542.3	2160	106.26	35.45
莫安	538.1	2100	106.12	35.45
杨沟	536	1940	106.11	35.41

表 3 回归分析结果

模型	非标准化系数		显著性 水平	F	R
	偏回归系数	标准误			
常数项	-2314.8	8594.465	0.012	32.179	0.839
高 程	8.655E-02	0.049	0.090		
经 度	221.370	81.838	0.012		

根据表 3 中回归分析结果,可建立隆德县降水量(P)与高程(h)、经度(λ)之间的线性相关方程,如式(2)所示。

$$P = 0.08655h + 221.37\lambda - 23148.9 \quad (2)$$

$\alpha=0.05$ 水平下对模型进行显著性检验。模型中随机变量 $m=2$,样本数 $n=30$,查 F 分布表得, $F_{1-\alpha}(m,n-m-1)=F_{0.95}(2,27)=3.35$ 。模型中 $F=32.179>F_{0.95}(2,27)$,复相关系数 $R=0.839$,显著性水平较高,模型可信度较强。

从区域降水量等值线图及以上相关分析可知,隆德县区域降水量东多西少,降水量随着高程与经度的增加而增加。若将高程、经度视为相互独立的变量,分别求导,可获得区域降水在空间变化的平均梯度,高程每增加 100 m,降水量增加 8.65 mm;经度每增加 0.1°,降水量增加 22.1 mm。

4 结 论

本文采用距离倒数加权法对隆德县降水进行空间插值,借助 Region Manager 软件绘制隆德县多年平均降水量等值线。并利用降水及其空间分布因子数据库,对隆德县降水量的空间分布式模型进行研究,结果表明:隆德县降水随高程及经度的变化而变化,高程每增加 100 m,降水量增加 8.65 mm;经度每增加 0.1°,降水量增加 22.1 mm,多年平均降水量(P)与高程(h)、经度(λ)之间的关系可表示为下式:

$$P = 0.08655h + 221.37\lambda - 23148.9$$

参考文献:

[1] 梁天刚,等. 多年平均降水资源空间变化模拟方法的研究[J]. 西北植物学报,2000,20(5):856-862.
[2] 李江风. 中国干旱半干旱地区气候、环境与区域开发研究[M]. 北京:气象出版社,1988. 117-121.
[3] 常禹,苏文贵. 台站数据空间放大的尺度分析方法研究——以沈阳生态站为例[J]. 资源生态环境研究动态,1996,7(1):8-15.
[4] 黄杏元,汤勤. 地理信息系统概论[M]. 北京:高程教育出版社,1990. 123-130.
[5] 冯康. 数值计算方法[M]. 北京:国防工业出版社,1979.
[6] 徐士良. C 常用算法程序集[M]. 北京:清华大学出版社,1994.