

福建丘陵山区地面观测 台站网最佳密度的研究

蔡学湛 张容焱

(福建省气候中心)

提 要

本文应用气象要素线性内插误差与该要素结构函数有关的理论,根据观测站网内地形地势差异,即气象要素空间递变的规律,研究不同地形区域气候站网的设置。结果表明,该方法运用于高度差不太大的丘陵山区是可行的。其结果是,福建山地区域39km,丘陵区域42km与平原区域50km为最佳站间距离。

一、前 言

平原地区气象台站网的研究与设计已广泛开展,并取得满意的结果^[1],非平原地区的研究则较少。本研究针对福建特殊地形以丘陵、山地为主。其目的是为本省气象台站网合理调整与规划提供依据。

根据气候站的观测要求,本研究以气温、湿度场为主,同时也兼顾部分雨量场的研究。其范围大体位于 $23^{\circ}33' - 28^{\circ}17'N$, $115^{\circ}50' - 120^{\circ}43'E$ 之间的福建境内大部分区域与境外浙江南部小部分区域。

关于气温、湿度场的研究,选取本省60个台站和浙江省邻近的2个台站,利用这些台站1969—1984年期间,1、4、7、10月中每隔2天取1天的08时气温、14时相对湿度为基本资料。现有台站的降水资料不能满足雨量场研究的需要,我们在部分区域另增选50个水文雨量站共16年的月降水量,来加密空间样本。

二、站网区域与区域的划分

本省境内多为峰峦起伏的山地和丘陵,据统计海拔高度为500m以上的山地约占全省总面积的36.1%;海拔200—500m之间的

丘陵约占总面积的51.4%;海拔200m以下的平原仅有12.5%。复杂的地形条件所带来区域气候的差异及气象要素空间变化的剧烈,尤以区域地势高低表现得最为突出。全省地势西北高东南低,自西向东两起两伏。这种背山面海的地形地势造就了本省气象要素的空间分布多呈两高两低的特征,要素的空间变化梯度也两大两小,大小程度随着地形起伏增大而增大。据初步统计^[2],本省温、湿等要素垂直方向差异大于水平方向的差异,即海拔高度与地形起伏剧烈成为本省气象要素空间递变的关键因子,因而在分析站网区域划分时应把该因子列为主要指标。复杂地形条件下小气候的差异,常为局部地形所左右,然而这种局部地形所引起局地气候的差异,往往只要增设短期补充观测即可确定,不必要也不应当依靠区域气候站网来研究小气候观测。

研究站网区域划分时,要求每一个地理区域包括一定数量的台站网点(数10个为宜),并考虑该区域内观测要素的分布尽可能满足特征函数值各向同性的要求。分析结果,海拔400m以上地形起伏较大的成片地区作为一个山地区域,海拔150m以下地势

较平坦成片地区作为平原区域，中间过渡地带作为丘陵区域，进行三种类型的划分（以1:75万地形图为依据），与本省温湿等要素空间递变的等级划分一致，也与本省的气候区划较为接近。

位于每个地理区域上的台站群作为一个区域站网。经划分后区域站网（如图1所示），沿海平原包括25个台站；闽东与闽中两片山地共包括21个台站；闽西丘陵包括24个台站。由于考虑到与邻近区域间存在局部的联系，研究时适当扩大领域，增加站点，将部分紧挨区界的邻近测站也列为该区域计算范围，同理闽东山地北侧借用了浙江省两个站点。仅一江（闽江中下游盆地）之隔的闽东与闽中山地的站点相对较少，但其地势走向，气候及其各要素分布特征颇为相似。为了获得足够多的山地区域站网组合样本，我们将两片山地的可能组合为一个“山地区域”求平均。

关于雨量站网，我们仅研究其部分区域，即闽中山地南部的博平岭山脉的东侧与南侧（迎风坡面）与莆田以南的沿海平原部分（图1）。

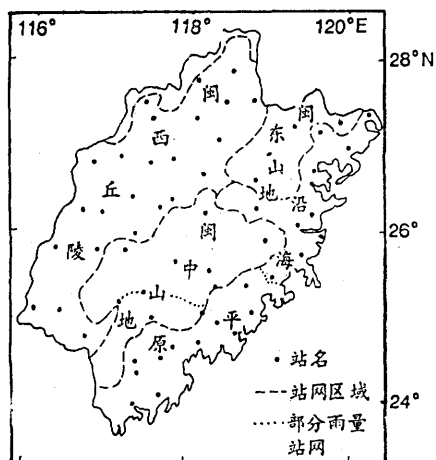


图1 福建省气象台站网的区域划分

三、计算方法

1. 结构函数

所谓结构函数，是指地面上任意两点A、B之间要素偏差 f' 之差的平方的平均，表达为

$$b_f(A, B) = \overline{[f'(A) - f'(B)]^2}$$

在利用实际观测值计算结构函数（以 b_f 表示）时，其计算类似于该式。对于某一区域来说，如有若干个站点，先算出可能组合的每对台站间的距离 L 与可能组合的每对台站间的结构函数 b_f ，而后将不同等级的 L 与所对应的 b_f 平均值绘成曲线，表示该区域结构函数与距离的关系。

2. 线性内插标准误差与最大容许误差

假设要素的协方差函数是均匀和各向同性的，且两站的观测标准误差相等，那么两站中点处的内插标准误差 E ，可用 b_f 与观测标准误差 σ_f^2 的线性叠加来表示⁽¹⁾：

$$E = b_f\left(\frac{L}{2}\right) - \frac{1}{4}b_f(L) + \frac{1}{2}\sigma_f^2$$

在利用实际观测资料计算 E 时，必须把 b_f 转换成 b_f' ，转换结果⁽¹⁾

$$E = b_f'\left(\frac{L}{2}\right) - \frac{1}{4}b_f'(L) + \frac{1}{2}b_f'(0)$$

式中 $b_f'(0)$ 即结构函数与距离的关系外推到零距离所得。

在某个区域的内插标准误差与距离的关系上，如果确定了最大容许误差，即 $E \leq 3/2\sigma_f^2$ 的原则⁽¹⁾，最佳观测间距即可确定。

3. 站间距离

两站间实际距离 L ，可根据 L 与两站间的纬向距离 L_s 和经向距离 L_e 的三角关系求算：

$$L = (L_s^2 + L_e^2)^{1/2}$$

而 L_s 、 L_e 分别从所在地理位置上的单位纬向弧长⁽³⁾乘经度差之积，单位经向弧长⁽³⁾乘纬度差之积求得。

本研究采用的是结构函数法，该算法假设特征函数在地理上满足均匀性和各向同性的条件而建立。山区地形是很难完全满足

这些假设。不过我们感兴趣的是在研究区域内特征函数的变化是否存在某种规律，如果某些要素特征函数的空间变化与台站之间水平距离具有良好的对应关系，表现出明显的变化规律，那么我们不妨通过这些对应关系或变化规律，在这些要素上得到应用与研究。

四、计算结果与分析

采用上述的方法，分别计算并绘制了三类地形区域各代表月温、湿场的结构函数与距离的关系，及部分区域雨量场的结构函数

与距离的关系，本文举1、7月份的温、湿场为例（如图2、图3）。在此基础上，进一步计算并绘制了内插标准误差与距离的关系，仍以1、7月份的温、湿场为例（如图4、图5）。

结构函数的意义在于表示空间不同点之间要素序列差值的离散程度，其大小与要素场的空间变化梯度有关。在结构函数与距离的关系上， b_r 随 L 的增加而增大的趋势在各代表月之间存在着明显的差异，这与本省气候的季节变化规律有关，本文不作详述。由图可见， b_r 随 L 增加而增大这种变化趋势，

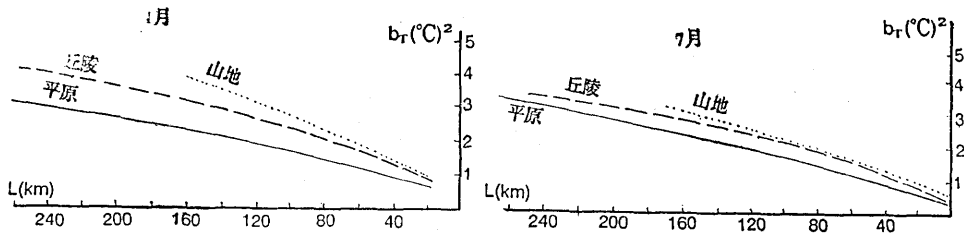


图2 气温场结构函数与距离的关系

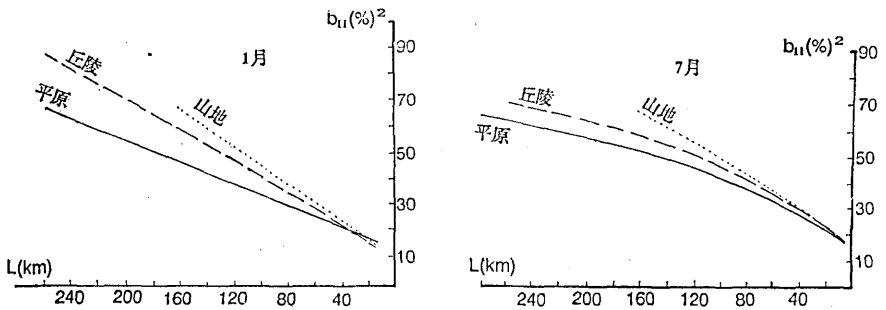


图3 湿度场结构函数与距离的关系

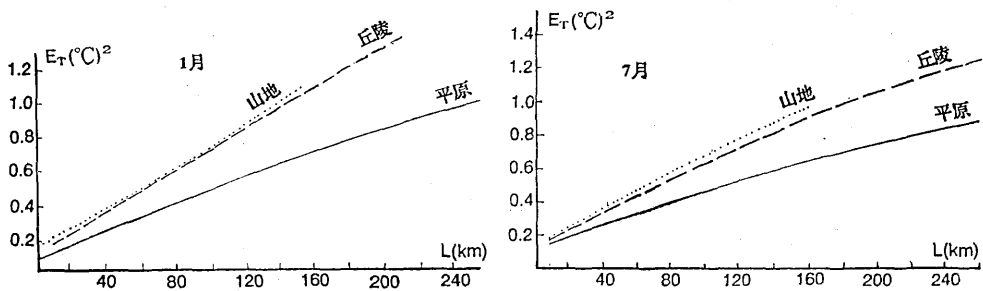


图4 气温场内插标准误差与距离的关系

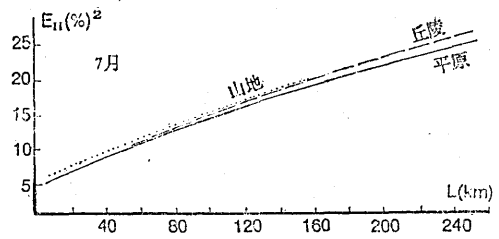
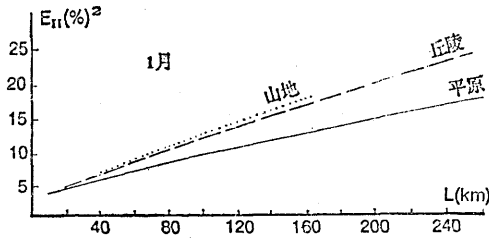


图5 湿度场内插标准误差与距离的关系

在不同地形区域之间存在着明显的差异：无论何月份，山地区域的变化幅度始终大于丘陵，丘陵区域的变化幅度又大于平原。这表明不同地形区域之间观测要素的空间变化梯度存在的差异，即随着海拔高度与地形起伏的增加而加深要素序列差的离散。对这三类地形区域来说，体现了离散程度的三个台阶。

内插标准误差与距离的关系图显示，内插标准误差随距离的变化类似于结构函数。山地区域的E总是大于丘陵，丘陵区域的E又大于平原。这种差异在一定的距离范围内还表现了随L的增加而扩大的趋势。这表明该三类地形区域在一定的站间距离范围内所反映出站间内插精度三个等级的差异。

我们利用最大容许误差的概念，并计算其所对应的距离，计算结果列于表1、表2。诚然我们必须选择各月最大容许误差所对应的距离为最短的那个月份的距离，作为该要素的最佳观测间距。从表1可知，沿海平原的最佳观测间距，气温为50km；湿度为54km；闽西丘陵的最佳观测间距，气温为42km，湿度为44km；闽东、闽中山地最佳观测间距，气温为39km，湿度为44km。根据表2，雨量场的最佳观测间距，博平岭山地为20km，闽南沿海平原为22.5km，

五、结论

对于以气温、湿度作为主要观测项目的气候站网，在沿海平原选择站间距离50km可以满足这两个观测要素内插精度的要求，

表1 气温、湿度场的最大容许误差 (E, °C²、%²) 及其所对应的间距 (L, km)

		沿海平原		闽西丘陵		闽东、闽中山地	
		E	L	E	L	E	L
气 温	1月	0.28	56	0.35	42	0.35	39
	4月	0.26	50	0.40	42	0.44	56
	7月	0.30	56	0.34	46	0.43	53
	10月	0.31	60	0.34	42	0.35	42
湿 度	1月	9.3	106	7.1	54	6.8	44
	4月	8.8	54	6.6	44	7.3	46
	7月	13.4	93	11.3	80	12.5	90
	10月	7.9	69	7.7	78	6.6	52

表2 降水量场的最大容许误差 (E, mm²) 及其所对应的间距 (L, km)

		闽南沿海平原		博平岭山地	
		E	L	E	L
1	月	14	22.5	15	20
4	月	585	46.5	323	56
7	月	600	23	825	24
10	月	187	25	315	20

那么50km即为该区域站网最佳站间距离。照此类推，闽西丘陵区域最佳站间距离选择为42km；闽东、闽中山地区域选择为39km。以最佳站间距离为标尺，与本省现有气象台站的分布作一比较，可以清楚地看出：现有台站的分布，沿海平原多数适宜，小范围过密；闽西丘陵也多数适宜，小范围过稀；而闽东、闽中山地只有小范围适宜，

大部过稀。

研究表明,在高度差不是太大的山区,如果地势的高低与地形起伏的程度,是造成气温与湿度的空间分布出现较大梯度变化与差异的主要因素,并且气候站网的网点数与分布能够满足特征函数计算样本数的需要,可以通过气温与湿度空间变化梯度的等级与地形类型的划分,运用结构函数统计值,寻求其变化规律,并应用线性内插误差与结构函数有关的理论,进行最佳观测密度的求

算。这种求算应用于部分山地的降水也是可行的。

参考文献

- (1) 杨贤为等,气象台站网合理分布概论,气象出版社,1989,1。
- (2) 福建省气象局,福建农业气候资源与区划,福建科学技术出版社,1990。
- (3) 张家诚、李文范,地学基本数据手册,海洋出版社,1986。

The study on optimum density of surface observation networks over mountainy and hilly regions in Fujian Province

Cai Xuezhao Zhang Rongyan

(Climatic Centre of Fujian Province)

Abstract

In this paper, based on the principle of the structure function and its characteristic relation to the error of linear interpolation of meteorological element, optimum distances between climate stations over mountainy regions of Fujian Province are estimated with a division of topograph. The results show that optimum distances between climate stations over mountainous, hilly region and plain in Fujian province are 39, 42 and 50km.