

农业气候资源及利用

— 江西省泰和县考察报告



中国科学院南方山区综合科学考察队

1982

江西省泰和县农业气候资源 及其利用问题考察报告

中国科学院南方山区综合科学考察队

前 言

泰和县地处中亚热带，位于江西省中部，吉泰盆地南端，北纬 $26^{\circ}27'$ —— $26^{\circ}58'$ ，东经 $114^{\circ}18'$ —— $115^{\circ}20'$ ，面积2665.38平方公里。全县主要由山地和丘陵组成，东西两侧地势较高，山峰多在700——1000米之间。中部地势低平，赣江干流自南向北贯穿其中，河床高度约70米左右。全境整个地势呈现为自东西两侧向中部逐级层层下降的趋势。

从全球观点上看，处在这个纬度地带的世界大多数地区，主要受副高系统控制，气候炎热，干燥少雨，属于沙漠景观。像撒哈拉、阿拉伯和印度西北部等地便是如此。由于我国位于欧亚大陆东南部，东南端又面临太平洋，冬季受高纬度寒冷气流侵袭，夏季副热带高压活动又比较频繁，便使得本区呈现出中亚热带湿润季风气候特点：光、热、水资源在时间分配上具有季节上的差异，而且它们之间的配合上也不很协调，造成前涝后旱及低温灾害对作物的危害。此外，由于本区的地势自中部赣江河谷平原，向东西两侧山地逐渐增高，使得光、热资源有趋于减小，降水资源趋于增加之势，又使得种植制度，经济树种及旱、涝、低温灾害，具有明显的地区差异。

目 录

前 言

第一章 农业气候资源的主要特征

第一节 光能资源·····	(1)
第二节 热量资源·····	(5)
第三节 水分资源·····	(10)

第二章 双季稻气候条件分析

第一节 早稻·····	(15)
第二节 晚稻·····	(20)

第三章 主要种植制度的农业气候条件分析

第一节 现有主要种植制度·····	(27)
第二节 以双季稻为中心的几种主要种植制度与气候条件的关系·····	(27)
第三节 对今后种植制度安排的意见·····	(30)

第四章 作物的产量与气候关系

第一节 关于作物单产与气候关系研究概述·····	(34)
第二节 早稻单产与气候因子关系·····	(34)
第三节 晚稻单产与气候因子关系·····	(50)

第五章 发展主要经济林木的气候条件

第一节 发展柑桔的气候条件·····	(60)
第二节 发展油茶的气候条件·····	(66)
第三节 发展茶树的气候条件·····	(70)

第一章 农业气候资源的主要特征

第一节 光能资源

一、太阳总辐射

太阳辐射不仅是大气中一切物理现象的能量源泉，也是地球上一切生物有机体的能量源泉。地球上接受到的太阳辐射，仅有极少部分通过植物的光合作用转化成植物化学潜能，其绝大部分用于地球及大气增热和地面蒸发和植物蒸腾上。农业气象工作者的任务，就是要想尽一切办法，去增加植物的光合作用产物部分，尽力缩小无益的消耗部分。

太阳辐射的多少，通常用太阳总辐射这个物理量表示，其单位为卡或千卡/厘米²。不过，它的实测资料很少，一般多借下列数学模型求得的经验公式计算。

$$Q = Q_0 (a + bs)$$

Q_0 为天文辐射，或晴天条件下的总辐射，或理想大气条件下的总辐射量。 a 与 b 是待定系数，它们随地区和季节而不同。 s 是日照百分率。在本研究中， Q_0 是采用了晴天条件下总辐射，并根据与泰和邻近的赣州气象局实测总辐射和日照百分率资料，拟合出可以计算泰和地区的太阳总辐射公式。

$$\hat{Q} = Q_0 (0.206 + 0.722S)$$

经检验，用上式的计算值（见表1—1）与实测值的相对误差 $\left(\left| \frac{\hat{Q} - Q}{Q} \right| \right)$ 是很小的。

表1—1 泰和与各地太阳总辐射对比（卡/厘米²）

	拉 萨	乌鲁木齐	北 京	长 沙	成 都	泰 和	井 冈 山
1	13,340.6	5,227.9	6,272.7	5,260.0	4,574.7	5,296.5	5,983.0
2	16,629.8	6,481.3	7,511.8	5,046.2	4,735.5	5,253.9	5,303.2
3	18,528.9	9,693.9	10,954.3	7,042.5	7,012.5	6,870.5	6,658.8
4	22,215.1	13,509.9	13,228.1	8,588.4	8,397.4	8,042.7	8,109.0
5	20,668.4	17,278.3	15,821.1	9,559.0	10,122.0	9,503.4	9,219.4
6	18,718.8	17,806.8	15,779.5	11,109.4	10,098.2	10,782.5	9,573.0
7	17,983.5	18,014.9	14,299.1	15,292.7	11,440.0	15,183.5	13,196.7
8	17,614.2	16,453.9	13,037.0	14,121.9	11,170.7	14,283.3	12,316.3
9	17,598.5	13,379.2	11,960.0	11,000.1	7,242.2	10,935.5	9,915.0
10	13,975.7	9,663.2	9,343.3	8,255.1	5,479.2	8,532.9	8,280.1
11	12,362.0	5,281.9	6,380.1	6,148.9	4,410.3	6,690.8	6,528.0
12	13,674.6	4,078.1	5,533.0	5,104.2	3,910.2	5,564.8	5,620.3
年	203310.1	136,869.3	130,120.0	106,528.4	88,652.9	106,940.3	100,702.8
注						(61—78年)	(61—70年)

从表 1—1 可以看出泰和县的太阳总辐射有如下特点:

(一) 与全国各地相比是处于低值范围区。

泰和县太阳总辐射年总量为 106.940 千卡/厘米²,比相近纬度的四川盆地成都 88.652 千卡/厘米²高,与相近纬度的长沙 106.528 千卡/厘米²大致相当。但与全国其它地区比较,本区太阳总辐射值处于全国低值范围区。

(二) 季节变化明显

冬季(12—2月)太阳总辐射最少,仅有 16.116 千卡/厘米²;春季(3—5月)阴雨天多,太阳总辐射也较少,为 24.417 千卡/厘米²;夏季(6—8月),一因太阳高度角大,二因晴好天气多,太阳总辐射最高,为 40.250 千卡/厘米²;秋季(9—11月),晴好天气也多,太阳总辐射仅次于夏季,为 26.160 千卡/厘米²。

(三) 除冬季外,各月太阳总辐射随高度增加而减小。

山区太阳总辐射的高度变化与高原地区不同。高原是整个地形的大面积抬升,空气中水汽少、晴天多,因而太阳总辐射随高度增加而增高。山区水汽多,随着高度增加,水汽易于凝结,阴、雨、雾天气多,所以太阳总辐射一般随高度增加而减小。根据泰和县城关(71.4米)与井冈山(825米)气象资料所计算出来的太阳总辐射随高度变化率列入表 1—2。

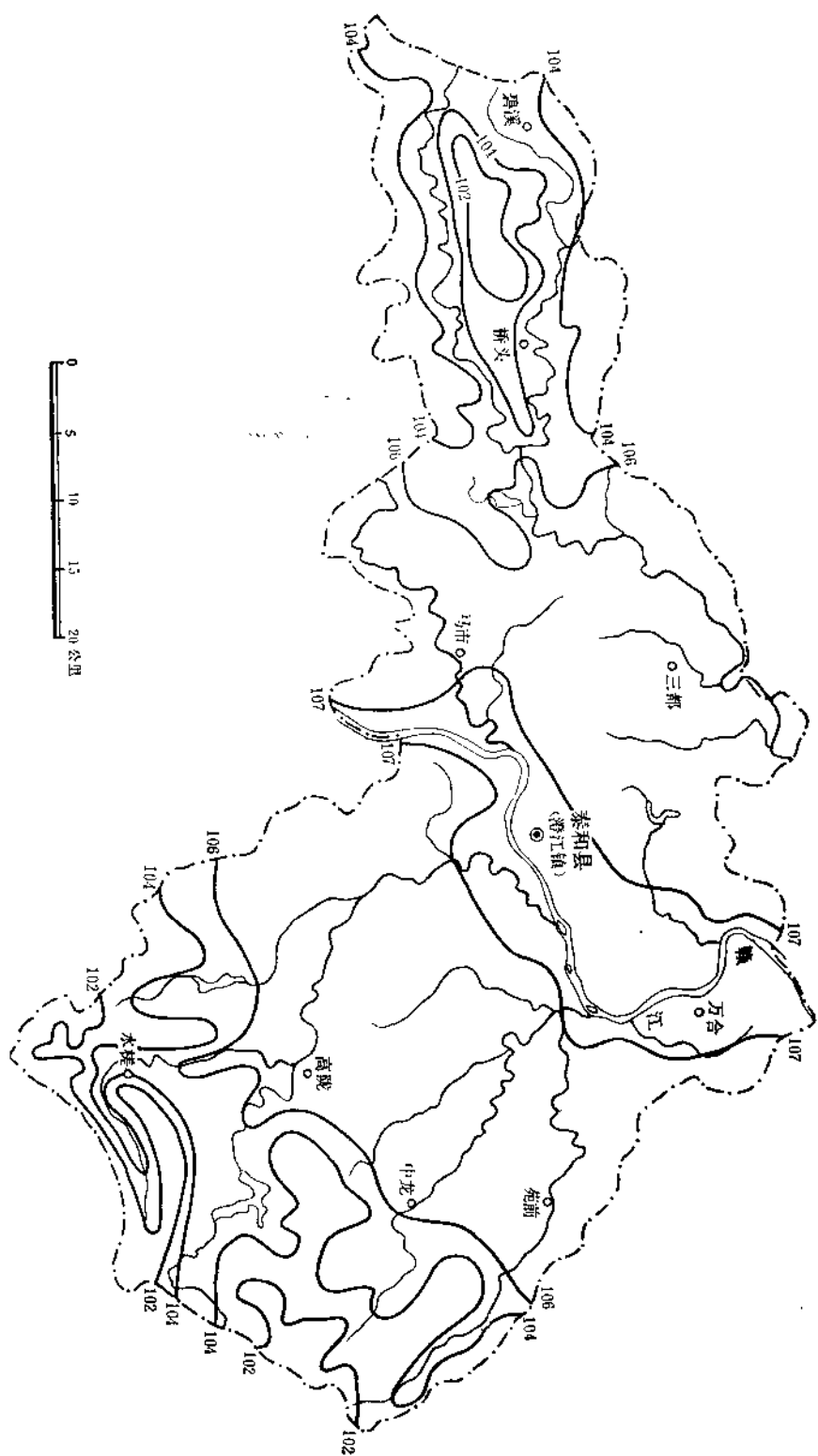
由表 1—2 可以看出太阳总辐射随着高度的变化率: 3—11月期间是减少的,而且此期两端的 3月及11月减少值少(分别是 -0.035 千卡/厘米²·100米和 -0.017 千卡/厘米²·100米);其中间月份减少值最大(-0.322 千卡/厘米²·100米)。冬季(12—2月)由于云薄,晴天多,太阳总辐射随高度增加有增高的趋势。从全年来说,太阳辐射年总量随着海拔高度是减少的,一般每升高100米约减少 1.124 千卡/厘米²·100米。

由于上述原因,泰和地区太阳辐射的年总量,是由本区中部赣江河谷平原,逐渐向东、西两侧山地减少的(见图1—1)。在赣江河谷平原大致为 107 千卡/厘米²,向东、西浅丘平坝区约 $106—107$ 千卡/厘米²,到东、西两侧山地仅有 $102—106$ 千卡/厘米²。

表 1—2 泰和总辐射随海拔高度变化率及泰和县各高度辐射值 (卡/厘米²)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	注
泰和 (71.4米)	5,537.5	4,995.5	6,920.1	8,386.8	10,221.6	10,750.5	15,621.5	14,577.8	11,361.0	8,167.0	6,652.8	5,333.6	108,525.7	(61—70年)
井冈山 (825米)	5,983.0	5,303.2	6,658.8	8,109.0	9,219.4	9,573.0	13,196.7	12,316.3	9,915.0	8,280.1	6,528.0	5,620.3	100,702.8	(61—70年)
变化率 (卡/100米)	59.1	40.8	-34.7	-36.8	-132.9	-156.2	-321.6	-289.9	-191.8	-71.2	-16.6	38.0	-1,123.7	
泰和关	5,296.5	5,253.9	6,870.5	8,042.7	9,503.4	10,782.5	15,183.5	14,283.3	10,935.5	8,232.9	6,690.8	5,564.8	106,640.3	(61—78年)
泰和	5,314.2	5,266.1	6,860.1	8,031.7	9,463.5	10,735.6	15,087.0	14,193.3	10,878.0	8,511.5	6,685.8	5,576.2	106,603.0	
200米	5,373.3	5,306.9	6,825.4	7,994.9	9,330.6	10,579.4	14,765.4	13,893.4	10,686.2	8,440.3	6,669.2	5,614.2	105,479.2	
300米	5,432.4	5,347.7	6,790.7	7,958.1	9,197.7	10,423.2	14,443.8	13,593.5	10,494.4	8,369.1	6,652.6	5,652.2	104,355.4	
400米	5,491.5	5,388.5	6,755.9	7,921.3	9,064.8	10,267.0	14,122.2	13,293.6	10,302.6	8,297.9	6,636.0	5,690.2	103,231.5	
500米	5,550.6	5,429.3	6,721.3	7,884.5	8,931.9	10,110.8	13,800.6	12,993.7	10,110.8	8,226.7	6,619.4	5,728.2	102,107.8	
600米	5,609.7	5,470.1	6,686.6	7,847.7	8,799.0	9,954.6	13,479.0	12,693.8	9,919.0	8,155.5	6,602.8	5,766.2	100,984.0	
700米	5,668.8	5,510.9	6,651.9	7,810.9	8,666.1	9,798.4	13,157.4	12,383.9	9,727.2	8,084.3	6,586.2	5,804.2	99,860.2	
800米	5,727.9	5,551.7	6,617.2	7,774.1	8,533.2	9,642.2	12,835.8	12,094.0	9,535.4	8,013.1	6,569.6	5,842.2	98,736.4	

图1-1 太阳辐射年总量(单位: 千卡/厘米²)



第二节 热量资源

热量是限制植物光合有效辐射的重要因素之一，热量资源的多少，一般用平均温度或积温表示；热量资源的效果，往往从温度的年内分配及越冬条件等去考虑。

从农业气候角度观察，仅有高的太阳辐射，没有足够的热量资源，或是热量资源的有效性差，也不能充分发挥太阳辐射能的最大效率。如西藏高原上，尽管太阳辐射很高，某些地方的太阳辐射总量甚至达到近200千卡/厘米²·年，但哪里的温度低，生长期短，也不适宜农业生产，太阳辐射能并得不到充分利用。华南某些地区，尽管热量资源充足，年内各月温度较高，象对小麦喜凉作物的净光合作用不一定最高，即使对水稻这样喜温作物，也可能产生高温逼熟的现象。因此，分析热量资源的数量、分布和质量状况是十分重要的。下面就本区热量资源特点进行概述：

一、热量资源丰富

作物要完成其整个生育期，要求一定的热量条件。象冬小麦一类喜凉作物，月平均气温稳定通过0℃以上开始返青扎根，秋后月平均气温稳定下降到0℃以下停止生长，所以，一些研究者常用日平均气温稳定通过0℃以上初、终日数及其积温，去衡量喜凉作物热量资源指标。

喜温作物，日平均气温一般上升到10℃以上才生长，15℃以上生长的比较旺盛，20℃被看成是水稻安全齐穗的下限温度，因此，这些界限温度的初、终日数及其积温，常用来去衡量喜温作物的热量资源指标。

针对上述一些界限温度统计结果（见表1—3）表明，泰和县的热量资源是很丰富的：

无霜期初日是2月19日，终日是12月3日，无霜期长达288天。日平均气温稳定通过10℃以上初日是3月16日，终日是11月27日，其间隔日数257天，积温为5918.5℃。≥15℃气温始于4月8日，终于11月5日，其间隔日数为213天。≥20℃气温始于5月9日，终于10月1日（80%），间隔日数为155天，积温是4147.7℃。日平均气温稳定在10—20℃期间持续期和积温，是衡量双季早稻自播种到晚稻安全齐穗的重要指标，该县在这一期间的持续期有189天，积温为5105.4℃。由此可见，本区的热量资源是极其丰富的，基本上可满足一年三熟制的热量条件要求。

表 1—3

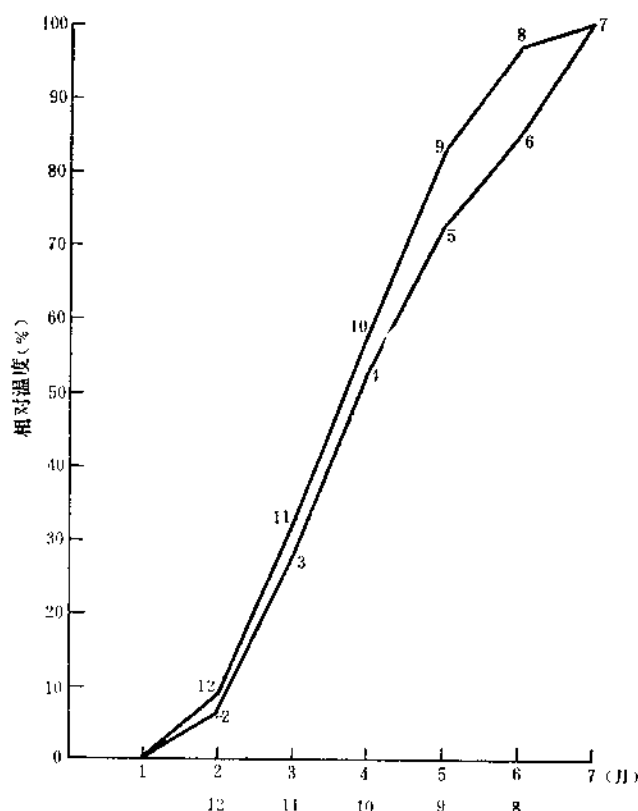
各种界限温度初终日数和积温随高度分布状况

界温 高度 时间 (米)	霜			5°C						10°C				15°C		20°C		10°—20°C		
	初 日	终 日	无霜期	初 日	终 日	初终 期间 日数	初终 期 间 积 温	初 日		终 日	初终期间		初 日	终 日	初 日	终 日		日 数	积 温	
								平 均	80%		日 数	积 温				平 均	80%			
71.4	4/12	18/2	288	9/2	1/1	330	6,613.1	16/3	26/3	27/11	257	5,918.5	15/4	27/10	9/5	9/10	1/10	208	189	5,105.4
100	3/12	19/12	286	10/2	31/12	328	6,543.8	17/3	27/3	26/11	256	5,858.4	16/4	26/10	10/5	8/10	30/9	206	188	5,040.0
200	30/11	22/2	280	13/2	27/12	327	6,312.7	19/3	28/3	24/11	251	5,658.0	20/4	22/10	15/5	4/10	27/9	201	183	4,821.8
300	27/11	25/2	274	16/2	24/12	315	6,081.6	21/3	30/3	22/11	247	5,457.5	23/4	19/10	20/5	1/10	24/9	195	178	4,603.6
400	24/11	28/2	268	20/2	20/12	308	5,850.5	23/3	1/4	20/11	242	5,257.1	27/4	15/10	24/5	28/9	21/9	190	173	4,385.4
500	21/11	3/3	262	23/2	17/12	307	5,619.4	25/3	3/4	18/11	238	5,056.7	30/4	12/10	29/5	24/9	18/9	184	168	4,167.2
600	18/11	6/3	256	26/2	13/12	295	5,388.3	28/3	5/4	15/11	234	4,856.3	4/5	8/10	3/6	21/9	15/9	179	163	3,949.0
700	15/11	9/3	250	1/3	10/12	288	5,157.2	30/3	7/4	13/11	229	4,655.9	7/5	5/10	7/6	17/9	12/9	173	158	3,730.8
800	12/11	12/3	244	4/3	6/12	281	4,926.1	1/4	9/4	11/11	225	4,455.4	11/5	1/10	11/6	14/9	9/9	168	153	3,512.6

二、冬、夏季气温变化较缓，春、秋季气温上升下降迅速

前已述及，评价一地热量资源状况，不仅要看它的数量，而且还要看它的质量，即要了解气温年内分配及变化状况。本区气温年内分配及变化状况总的特点，是冬、夏季气温变化较缓；春、秋季气温上升下降迅速（见图1—2）。

图1—2 相对温度（%）



气温年内月际变化状况常用相对温度说明，它是以最冷月平均气温为零，最热月气温为一百，各月温度以百分率去衡量其气温月际之间变化速度状况。本区冬季（12—2月）各月平均气温为8.7℃、6.5℃和8.2℃，相对温度只差10%左右，气温变化很少；夏季（6—8月）各月气温为26.3℃、29.7℃和29.1℃，相对温度差15%左右，气温变化也较少；春季（3—5月）各月平均气温为13.1℃、18.7℃和23.4℃，相对温度差45%左右，气温上升急剧；秋季（9—11月）各月平均气温为27.5℃、19.9℃和14.0℃，相对温度差大致也为45%左右，气温下降迅速。

由于四季气温这种分配和变化特点，为了充分利用本区热量资源，春季要掌握好早稻适时早播和栽插时间，不误农时，夏季把握好晚稻及时栽插，使安全齐穗抢在寒露风到来之前。

三、热量从区域中部向东、西两侧山地减少

根据南京大学等对井冈山地区温度垂直递减率的研究资料,将泰和县气象站(71.4米)各月气温进行高度订正,然后得到了泰和县各海拔高度上(100米、200米……900米)的气温资料(见表1—4)。

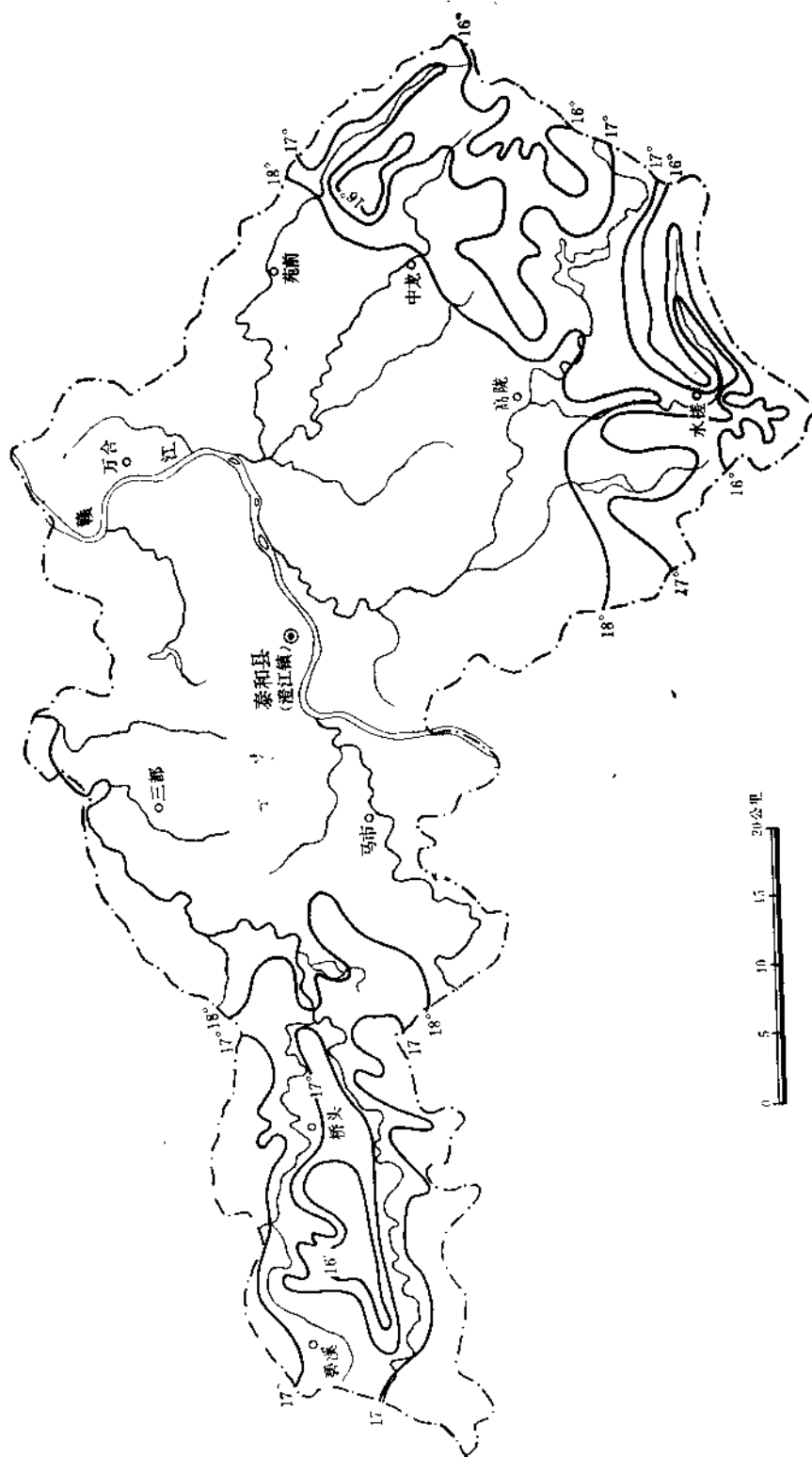
表 1—4 泰和县各标准高度月一年平均气温(单位℃)

时 间 高度(米)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
71.4	6.5	8.2	13.1	18.7	23.4	26.3	29.7	29.1	25.7	19.9	14.0	8.7	18.6
100	6.4	8.1	13.0	18.6	23.3	26.2	29.6	29.0	25.6	19.8	13.9	8.6	18.5
200	6.0	7.6	12.5	18.1	22.7	25.6	28.7	28.3	24.9	19.2	13.4	8.2	17.9
300	5.5	7.2	12.1	17.6	22.2	25.0	28.1	27.5	24.2	18.6	12.9	7.7	17.4
400	5.1	6.7	11.6	17.1	21.6	24.4	27.4	26.8	23.6	18.1	12.4	7.3	16.8
500	4.7	6.3	11.1	16.6	21.0	23.8	26.6	26.0	22.9	17.5	11.9	6.9	16.3
600	4.3	5.8	10.7	16.1	20.5	23.2	25.9	25.3	22.2	16.9	11.4	6.5	15.7
700	3.8	5.3	10.2	15.5	19.9	22.5	25.2	24.6	21.5	16.3	10.8	6.0	15.1
800	3.4	4.9	9.7	15.0	19.3	21.9	24.4	23.8	20.8	15.7	10.3	5.6	14.6
900	3.0	4.4	9.2	14.5	18.7	21.3	23.7	23.1	20.2	15.2	9.8	5.2	14.0

由于气温随着高度减低原故,因此,其气温年、月分布是从区域中部赣江两岸,向东、西两侧山地趋于减少的。按年平均气温分布(见图1—3),赣江两岸为 18.5°C 以上;赣江东、西部浅丘平坝区为 18.0°C — 18.5°C ;赣江东、西部山区减少到 16°C — 18°C 。按 10°C 以上积温,赣江东西岸高达 5800°C 以上;赣江东、西部浅丘平坝区就减少到 5600°C — 5800°C ;到赣江东、西部山区仅有 5200°C — 5600°C 。年极端最低气温,赣江两岸高于 -6.0°C ;赣江东、西部浅丘平坝区在 -6.0°C — -7.0°C 之间;赣江东、西部山区下降到 -7.0°C — -10.0°C 之间。

上述热量资源这种分布状况,导致了种植制度由一年三熟到一年二熟制;经济林木发展的条件也有很大区间差异。

图 1—3 年平均气温 ($^{\circ}\text{C}$)



第三节 水分资源

在植物的整个生育过程中，有相当大的一部份水分，通过植物叶面蒸腾作用，担负着植物体内光合产物的输送任务，这是植物的生理过程所必需的；还有相当一部分水分用于植物的裸间蒸发，这一部份水分，虽然是无效消耗，但是在现代的农业技术条件下，又是难以避免的；还要通过土壤向地下渗透一部份水分及通过地表迳流一部份水分。如果我们忽略掉地下渗透和地表迳流两部份的损失，那么，植物生育期间消耗的水分，主要为植物叶面蒸腾和裸间蒸发两项来决定。这两项之和我们称蒸散量（ E_{Σ} ）（也称腾发量）。

这样一来，可以这样认为，当天然降水量（ R ）等于蒸散量（ E_{Σ} ）情况下，才能满足植物生育的需水要求。

$$\Delta H = R - E_{\Sigma} = 0$$

当天然降水大于蒸散量情况下，水分是盈余的。

$$\Delta H = R - E_{\Sigma} > 0$$

当天然降水少于蒸散量情况下，水分是亏缺的。

$$\Delta H = R - E_{\Sigma} < 0$$

下面仅就本区降水量、蒸散量和水分盈亏时、空分布状况，分别给以概述：

一、降水量

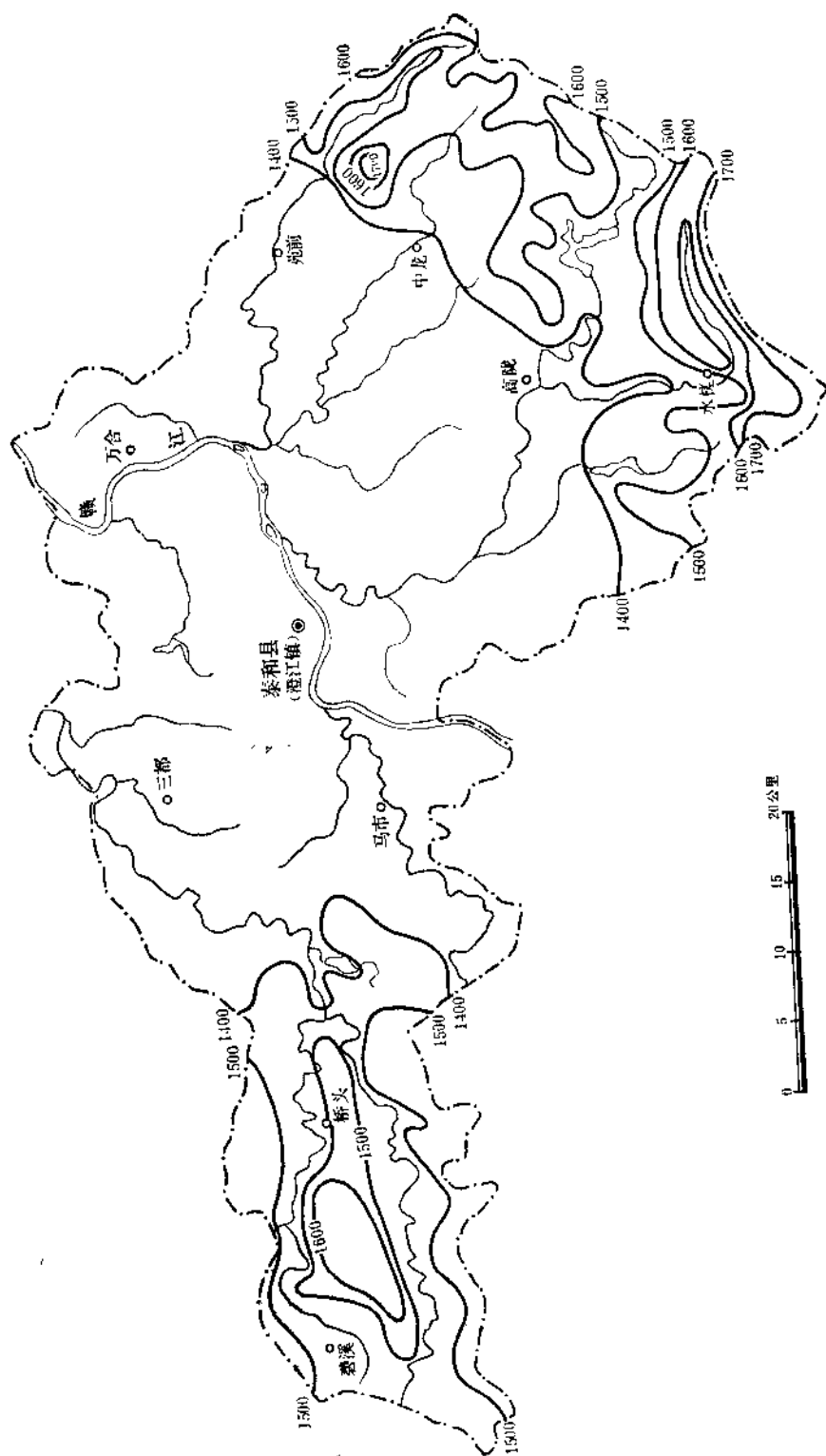
根据井冈山（825米），行洲（370米）和泰和县气象站（71.4米）降水量观测资料得出的垂直变化率（毫米/100米）（见表1—5），然后计算和绘制了本区的年降水量分布图（见图1—4）。

表1—5 泰和县降水量随高度变化率（毫米/100米）（71—76年）

高 度 \ 时 间	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
825m—370m (井冈山)—(行洲)	1.12	0.95	2.79	1.85	4.73	9.60	2.48	0.46	-0.62	5.01	0.84	1.10	30.31
370m—71.4m (行洲)—(泰和)	1.90	-0.20	0.00	3.10	-7.70	22.10	26.70	57.30	29.00	11.1	3.80	1.50	148.70

由图1—4可见，本区年降水量是从区域中部的赣江两岸，向东、西两侧山地逐步增加的：在赣江两岸为1300—1350毫米；赣江东、西部浅丘平坝区达1350—1400毫米；到达赣江东、西部山地区便达1400—1600毫米。

图1—4 年降水量(毫米)



二、蒸散量

关于蒸散量的实测资料很少，本研究中是用水面蒸发量(E_0)去近似地代替蒸散量值。水面蒸发量值多用经验公式计算，我们采用了水电部广东水文总站拟合的经验公式。

$$E_0 = 0.18 (e_0 - e_{200}) (1 + 0.26 W_{200}^{1.4}) \quad (\text{毫米/日})$$

式中：

e_0 ——水面温度(T_0)的饱和水汽压(毫巴)

e_{200} ——2米高度上的水汽压(毫巴)

W_{200} ——2米高度上的风速(米/秒)

式中2米高度上的水汽压(e_{200})有气象观测数据。在计算水面温度(T_0)的饱和水汽压(e_0)时，是根据Richter (1969b)提出的水面温度(T_0)与2米高度上气温(T_{200})关系式($T_0 = 1.12 T_{200} + 0.125$)，先求得水面温度(T_0)，然后再查表得到水面饱和水汽压(e_0)数据。2米高度上的风速(W_{200})，是用气象台站11米高度上的观测风速(W_{1100})，按下列关系式计算。

$$W_{200} = 0.33 W_{1100}^{0.92}$$

根据上述方法，计算了泰和县(71.4米)和井冈山(825米)气象站水面蒸发量，以及这两个高度范围内降水量的高度变化率(见表1—6)从而得到了本区年水面蒸发量分布，有从赣江两岸向东、西两侧山地逐步减少的特点；在赣江两岸的年水面蒸发量为1000—1050毫米；在赣江东、西部浅丘平坝区减少到980—1000毫米；到赣江东、西部山地区便减少到860—980毫米。

从赣江两岸到赣江东、西部两侧山地水面蒸发量这样减少的趋势，恰与降水量增加的趋势是相反的。正是由于这种原故，在早年赣江两岸及东、西部浅丘平坝区受灾较赣江东、西部山地区为重；在涝年前者受灾又较后者为轻。

三、水分盈亏

本区水分盈亏有如下特点(见图1—5)：

(一)从全年来看水分是盈余的，其盈余量达327.4毫米。

(二)季节上的水分盈亏情况，具有春盈，夏、秋亏和冬季稍有盈余的特点；春季及夏初(3—6月)，降水量多，空气湿度大，水面蒸发量少，水分盈余多达484.8毫米，易造成春涝；夏、秋(7—10月)降水和空气湿度小，水面蒸发量大，水分亏缺203.6毫米，易造成伏秋干旱；秋末及冬季(11—2月)，降水少、蒸发量更少，水分稍有盈余46.2毫米。

(三)由于从赣江两岸向东、西两侧山地，降水量有趋于增大，水面蒸发量有趋于减少的原故，所以不论就其年或季水分盈亏情况，其盈余者有变大，亏缺者有变少之势(见表1—6)。平原多旱灾，山区多涝灾的道理就在如此。

表 1—6 泰和县水面蒸发量随高度递减率 (毫米/100米)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
递减率	-0.5	-2.7	-1.4	-1.0	-1.8	-1.8	-19.1	-6.5	-6.2	-3.0	-1.6	-0.8	-37.0

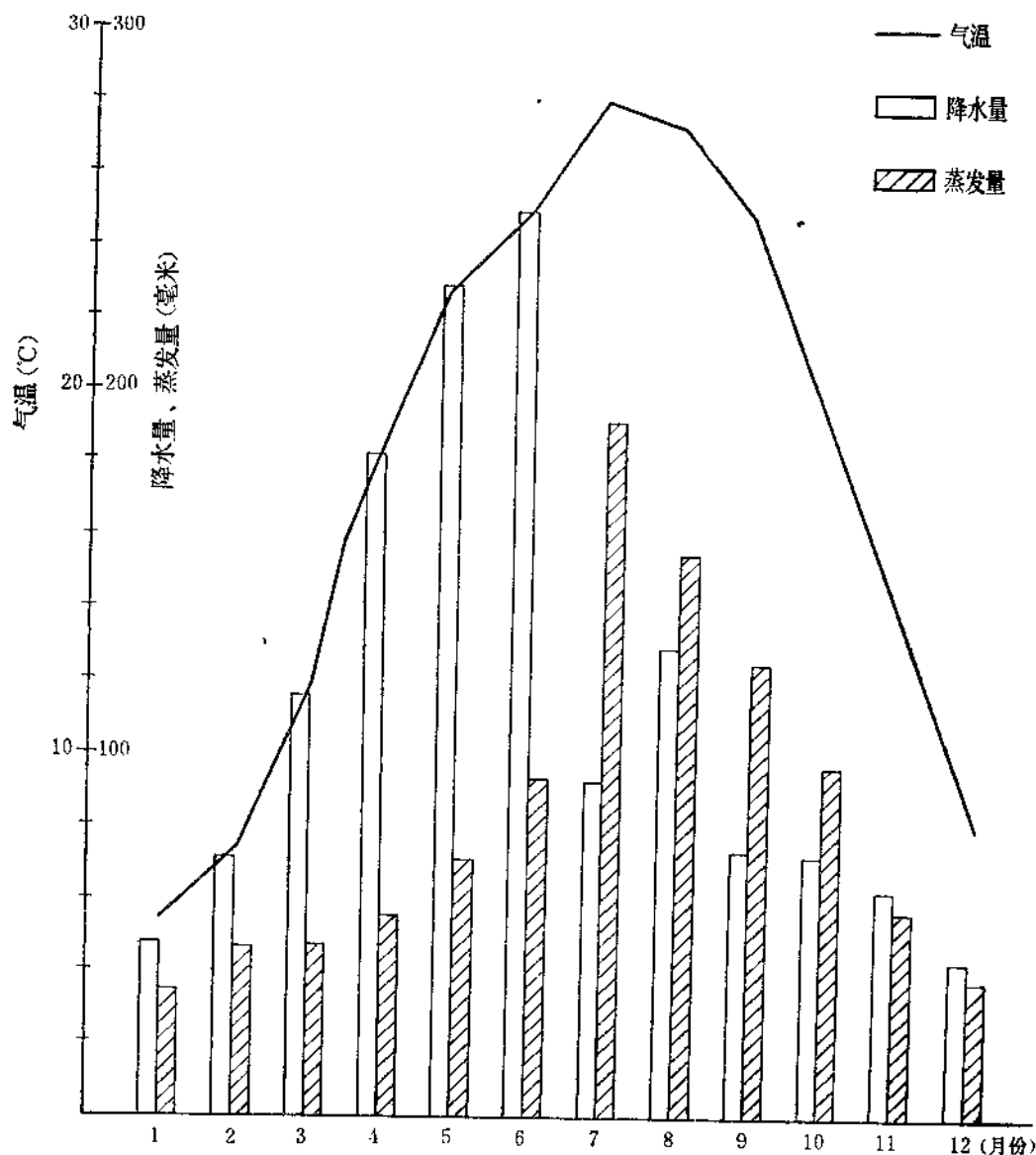


图 1—5 泰和县气温、降水量和蒸发量逐月变化示意图