



第十讲 考察方法

翁笃鸣

(南京气象学院)

一、山区农业气候和小气候考察的特点

山区地形复杂、气候多样，是造成山区农业气候资源丰富多采的原因；也是发展山区包括农、林、牧、副业在内的立体农业的基础。因此，研究山区气候对开发山区经济有着直接的意义。

研究山区气候的方法，大致有野外考察、模型实验、数值模拟和卫星探测等几种。但目前由于所研究的山区空间尺度小、地形复杂等原因，使得后几种方法的使用受到限制。而当前山区测站稀少，山区气候资料不能满足研究和服务工作的需要，因此，开展山区短期野外的小气候考察，仍是当前重要的手段。

我国在这方面已做过不少工作，其中有相当一部分主要着眼于了解山区气候资源及其农业利用，有的已取得明显的经济效果。如在云南等地引种橡胶，南方各省双季稻上山，扩大柑桔等经济作物的种植区域等，都可以说明这一点。

山区气候考察大致具有如下特点：

1. 目的性明确

从前九讲的讨论中可以看出，拔海高度、坡向、坡度以及地形起伏程度等对山体各气候要素分布的影响十分显著，且相互关系错

纵复杂。为要揭示某一地形要素（如拔海高度）的影响，就需尽量控制其它要素的影响；为揭示山区某一气象灾害（如低温、霜冻）的分布规律，就需选择最适当的布点方案和考察时期；为了引种某种作物，就需研究其最主要的农业气候指标能否在山区得到满足，并确定其最适宜的种植地段等。这些都决定了山区气候考察必须具有明确的目的性。

例如 1956 年的西北黄土高原小气候考察，目的是为综合研究黄河中游水土保持问题，所以考察着重研究不同地形与各典型下垫面（沙丘、裸地、草木樨地和林地）及人工措施的小气候效应，以提供综合治理的有关小气候依据。又如武夷山剖面观测，是以研究拔海高度和坡向的影响为主，分析该山区气候资源的垂直分布规律，为发展山区立体农业提供依据。再如我们在大别山南坡的考察，则以研究坡地和起伏地形气候为目的，以寻求山区某些气候要素的推算方法，为更好地研究山区农业气候资源服务。

2. 针对性强

根据开发山区的目的要求，制订有针对性的山区气候考察方案，包括考察地点，观测项目，设点原则，考察时期和观测的时间、次数、人员、设备以及经费开支计划

等。例如，为了搞清小丘陵山地的霜冻分布规律，只需选择春、秋季节采用路线考察（即实地流动考察）或辅以地面最低温度表布点观测的方法就能解决。

3. 典型性

其一是所选择的测点或观测项目对所研究的目的来说是典型的（有代表性的），就前面例子说，所选择的小丘陵山地应具备比较完整的地形类别：不同的坡向、坡度、交错起伏的山岗和沟谷；比较单一的植被（最好无森林）、土壤条件和海拔高差小。比较恰当的观测手段是目测或利用地面最低温度表布点观测。其二是所得规律的可移植性，就是说要使考察结果具有普遍意义，可通过归纳、提高，上升到理论，并推广（移植）到其它丘陵山区。在山地气候研究中，我们不可能也无必要逐个山区进行气候考察，只能对某些典型山区进行研究，以得出规律性的东西。

4. 可比较性

坡向、坡度以及地形起伏程度对山地气候的影响，往往在比较稳定的天气背景下，通过对太阳辐射以及对气流的动力和热力作用等过程表现出来，因此是比较稳定的。为了揭示各地的小气候差异性，需通过与基本台站（一般指正规气象、气候台站）的对比来实现，并订正、延长至长年代。根据这一原则，要求各考察点在观测方法、项目、时效等方面尽量与气象台站一致。

5. 非常规性

是在一日4次定时之外的观测，由于观测时期短暂，需要在测点布置和观测时次加密观测。山区的气候要素分布是非线性的。分析时一般不宜使用线性内插法。为了研究某些极值或某些现象（如山地逆温层的高度、厚度、强度）的发生部位、程度，需有针对性地对某一地段在某一时期进行高密度的观测。由于这一特点，使得山区气候考察工作是一项艰苦的野外作业。

考察时期通常选择代表性月份进行。每

次长度多数不超过一个月，但也不能太短（按经验不宜少于7—10天）。考察期间最好应有全天为晴、昙、阴天的典型天气，这对保证考察资料的可比较性以及订正、延长都是必要的。

二、山区农业气候考察的方式

我国山区农业气候考察的方式大致有三种：

1. 短期野外设点考察。即一般所指的小气候考察，通过各种常规和非常规仪器观测来实现。考察时通常设一个中心点，配置若干辅助点或流动点，以期在短期内测得小范围内的各项气象要素值。

2. 设网定点观测。实际上相当于在山区新建临时气象站网，可由气象站、哨组成。观测项目与气象站相同，观测时期一般维持在一年以上，以取得全年各月的完整资料。如我国“亚热带东部丘陵山区农业气候资源及其合理利用课题协作组”，在我国亚热带东部的大别山、武夷山、南岭等山系布设的89个山地气候站点，进行定点的常规观测和物候观测。

3. 流动考察。组织气候、农业气象等科技人员，配备少量轻便仪器，按事先规定的路线进行考察。内容包括地形、自然植被、土壤、水文和农作物分布情况。同时还进行调查、访问工作。

上述三种方式各有特点，实际工作中可互相配合。一般实地路线考察都是必不可少的。通过此段考察工作，才能确定进一步的站网设置计划和定点考察计划。

三、山区农业气候和小气候考察的实施

组织山区农业气候和小气候考察，一般需经可行性论证、方案设计、组织实施三个阶段，现分述如下：

1. 可行性论证

根据开发、利用某一山区农业气候资源的总要求，应从山区气候背景及其农、林、

牧、副业开发利用的历史沿革，对比地区的开发，利用现状，考察的主要科学问题，拟采用的主要技术方法，预期成果的经济效益和社会效益，以及有关考察问题的安排（包括考察地点、时间、人员、仪器、设备、经费等）等方面论证考察的可行性。为了做好这一工作，需进行多方面的调查、研究和阅读有关的文献资料。组织大规模的野外考察（如青藏高原气象科学试验的地面热源考察）需要投资多，可行性论证更有必要，一般需邀请有关专家召开课题论证会，以确保这一工作的顺利进行。

2. 方案设计

通过可行性论证之后，就进入具体制订考察方案阶段。

（1）测点布置 视考察任务和研究对象不同而定，通常需设立一个中心点，若干辅助点，必要时分期分批增添流动点，以满足考察工作的需要。举例可见图1。在本例中基本点设在比较平缓的坡地上，离生活设施较近。几个辅助点设在代表各种坡地的梯田上，临时设置3、4条剖面观测线，各由4—5点组成，以观测各种沟地和坡一沟一坡剖面的小气候状况。设点应考虑突出主要影响因子，同时又使其它影响因素大体保持一

致。如为了研究坡向影响，各点的条件，除坡向差异外，其它如海拔高度、坡度、植被等应尽可能一致。考察期间，基本站和辅助点一直进行观测，剖面观测一般以7天为期进行轮换。另外，我们还在30多个田块进行地平遮蔽图测量，用以推算各点可照时数。

研究考察点布置方案时，需先在有地形等高线的大比例尺地图上进行规划。然后，去现场作实地了解考察情况，以保证考察工作顺利进行。

图2是浙江龙泉县观测网点分布情况。各点所代表的地形条件，有比较开阔的沿江垟畈（龙泉，点1—3）；有各种走向的山脊（点4、9）；有各种坡地（点7、8、11）以及各种谷地（点5、6、10）。各点的海拔高度从190至1114米不等。

（2）观测项目和仪器配置 首先决定于考察任务，一般的山区小气候考察，更多注意揭露山地小气候的形成规律，所以特别重视观测项目的全面性，有条件时应有辐射平衡及热平衡观测（包括温、湿、风的梯度观测），常规和非常规（如低空探测）的气象观测，实验性的项目等。仪器装备主要集中在中心点上，其它测点的观测项目可视需要和可能而定：研究坡地影响，可选择地温、

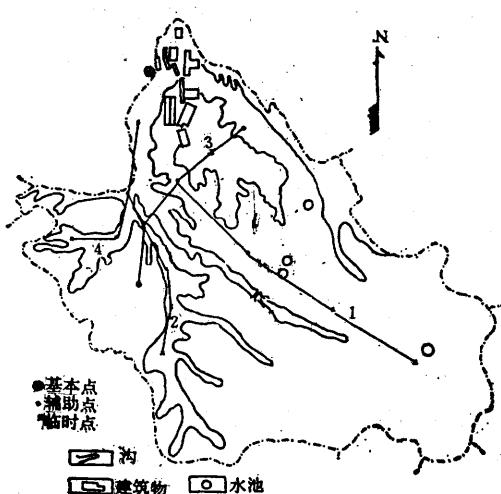


图1 大寨大队小气候考察布置

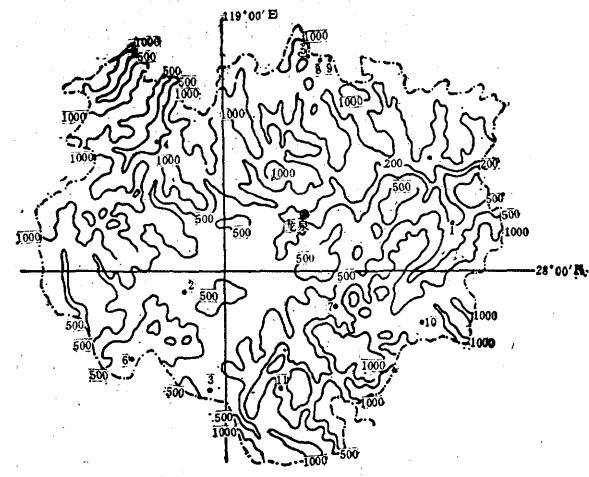


图2 浙江龙泉县观测网点分布情况

风等为主要观测项目；研究作物越冬条件，可着重观测最低温度和霜冻的分布状况。为减轻野外考察的劳动强度，要求各种仪器在保证性能可靠的前提下，尽量做到小型化、遥测化、自动化。

(3) 考察时期和时次 一般的山区小气候考察应包括全年各季的代表月份(1、4、7、10月)，如有困难也要保证1、7月份。某些单项考察可视需要确定。如研究山区某种经济作物的越冬条件，只需在最冷时期(可跨月)选单项要素(最低温度)观测就可以了。每日的观测时次，一般辐射平衡及热平衡观测日间每2—3小时一次，夜间3—6小时一次。这些时次中应包括正规气象台站规定观测的时次。日出、日落前后的观测时次可视需要适当增加，以观测辐射平衡通过零和近地层逆温的生消过程。全晴天时可临时组织全天加密观测，以期在最短期间内获取尽可能多的小气候资料。雨天时有些项目停测，但需维持每6小时一次的常规观测。

(4) 观测记录表格设计 可根据考察项目、时次和观测程序，设计适用的表格。标准是便于观测员携带、记录和整理。所有观测记录表格应印刷、装订成册，不能使用单页纸张，以防损坏、遗失。

(5) 人员配置 一般20—30人的考察队，应有专人全面负责考察工作。可分若干观测组(如辐射组、梯度观测组、流动观测组等)，配置相应的观测人员。负责人应熟悉考察工作、了解考察点周围的地形特点、仪器性能，观测员应由经过野外观测训练，责任心强的人员担任。

(6) 物资、器材供应 包括考察时所需的辅助器材、劳保用品、劳动工具、药品、炊具等。并逐项检查落实。

3. 考察的实施

(1) 观测场布置 山区气候考察的观测场地一般较小，但观测场地的选择应尽可能代表所研究地段的地形特点，场内仪器布置，要注意互不影响，便于观测操作，其中

要特别注意场内各种仪器对太阳辐射和风观测的影响。可把辐射仪器和地温表布置在观测场的南部，风速表应在观测场的迎风侧(盛行风)，温、湿度梯度观测杆应设在观测场的中央，简易百叶箱可设在观测场的北侧，其它仪器可在场内适当位置安放。

仪器安装要与地形走向一致，地中温度表埋设深度应按垂直于坡面的距离计算。当坡度较小时(一般在25°以下)，通风干湿表测杆可铅直埋设，测量高度在50厘米以下的通风干湿表应水平放置，其余可垂直悬挂。雨量筒除水平放置外，还需设置一个与坡面平行，以测定坡面实际降水量。辐射观测仪器应保持水平。

观测场位置和场内仪器安装情况，应作文字记载，并拍摄照片留档备查。场内描述内容包括：地形(谷地、坡地、山顶等)；在坡地上的部位(上、中、下)；坡向、坡度；海拔高度；与坡底(谷底)的相对高度；植被和土壤性质；附近有无大、中型水体和居民点以及测点开阔程度。后者通常用测点地平遮蔽图表示。绘制地平遮蔽图时，需用经纬仪(或其它简易仪器)对四周各种遮蔽物进行测定，然后绘制在极坐标图上(图3)。这种图的作法可在气象观测教材中找到。这对了解测点日照条件、地形对风状况的影响以及整个小气候特征的形成都有帮助的。

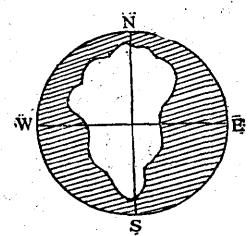


图3 测点地平遮蔽示意图。

(2) 观测程序 基本原则与观测规范一致，但具体实施时还需视考察任务、目的、需要等具体情况而定。随时间变化较快的项目应在正点观测，次要的或变化较缓的项目可在正点前后观测。如在辐射观测中辐射平

衡项观测应在正点进行，散射辐射和反射辐射可在正点前后重复进行观测，直接辐射观测应与这些项目同步进行。梯度观测（包括常规观测）中，温、湿度和平均风速观测也应正点进行；云状、云量、日光状况、天空状况、观测场状况、降水量等观测可在正点前安排；地温、风向、气压可在正点后观测。

利用通风干湿表观测空气温、湿度时，为消除脉动影响，一般需重复观测3—4次。

（4）观测资料初步整理 野外气候考察有很强的时间性，有些工作在测点撤离后就无法补救，所以要求及时整理观测记录，有条件的应做一些初步分析对比，目的是及时了解观测资料质量、计算方法的合理性、可靠性和资料所反映的现象的真实性。除按规范要求对各项观测记录进行各种订正、平均外，要求做到：

a. 辐射资料：计算各分量的通量密度，注意数值的合理性（如日间的辐射平衡一般为正，总辐射应大于反射辐射等）；注意辐射平衡方程的闭合程度，以及这些分量日变化曲

线的合理性。

b. 空气温、湿度梯度观测资料：计算各高度的温、湿度，注意这些要素的铅直分布情况。日间，气温一般呈递减型（日射型），夜间为逆增型（辐射型）；水汽压一般全天湿润型分布或夜间干型分布，但允许有个别高度温、湿度的偏离。

c. 风资料：计算各高度10分钟平均风速时，其随高度分布应基本上符合对数律或指数律；迎风坡、山顶的风速要大于背风坡、山谷的风速。

d. 地温资料：整理出定时地面温度、地面最高温度、地面最低温度和地中各深度的温度外，注意地面温度与较低层气温的比较以及各坡向地面温度的比较。

物候观测和调查、访问也是研究山地气候的重要方式。关于这方面的方法可见文献〔1〕。

参考文献

〔1〕毛政旦，气候考察，气象出版社，1982。