

西双版纳热带雨林水文观测系统的设计

刘玉洪, 张克映, 马友鑫, 张一平, 刘文杰, 沙丽清
(中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部, 云南 昆明 650223)

摘要: 讨论了西双版纳热带雨林、人工林和无林地水文观测系统的建设与设计, 对水文观测系统内实测项目作了介绍, 还对需要计算的项目也作了简单介绍。该森林水文观测系统设计合理, 具有可操作性, 并且大部分监测项目实现了自记记录。

关键词: 西双版纳; 热带雨林; 水文观测系统; 设计

中图分类号: S715 文献标识码: A 文章编号: 1002-7351(2001)02-0014-03

Design of the Hydrological Observation System for Tropical Rain Forests in Xishuangbanna

LIU Yu-hong, ZHANG Ke-ying, MA You-xin, ZHANG Yi-ping, LIU Wen-jie, SHA Li-qing
(Kunming Branch, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunming 650223, China)

Abstract: This paper discussed the design and construction of the hydrological observation system for tropical rain forests, plantations and non-forested land in Xishuangbanna. The design of the forest hydrological observation system is rational and the system possesses operability.

Key words: Xishuangbanna; Tropical rain forest; Hydrological observation system; Design

水是一种重要的资源, 在陆地生态系统中水是最活跃的要素之一, 它在生态系统中的变化和运动是生态系统最主要的一种物质运动, 同时它还参与其它物质运动(如养分、盐分等)和能量运输。水在很大程度上决定着生态系统的结构和功能。同时, 水也是系统植物、生物生产力形成的重要因素。因此, 水环境条件的研究在陆地生态系统研究中占有重要的地位, 无论在理论上和实践中都具有重要的意义。

1 自然概况

西双版纳热带雨林水文观测系统建在西双版纳傣族自治州勐腊县勐仑自然保护区内, 主要由中科院西双版纳热带植物园生态站负责管理, 它是中国生态系统研究网络(CERN)7个森林生态站之一, 具有一定研究水平、较好的仪器设备条件和长期稳定的经费支持。该森林水文观测系统始建于1993年, 于1996年基本建成运行, 它是一项规范的、长期的监测工作, 必将对生态环境与资源等广泛领域的研究、开发和永续利用提供坚实的基础。

西双版纳生态站地处西南季风气候区内($101^{\circ}16'E$, $21^{\circ}55'N$), 海拔580m, 年平均气温 $21.5^{\circ}C$, $\geq 10^{\circ}C$ 积温 $7860^{\circ}C$, 平均最低气温 $7.5^{\circ}C$, 年日照时数1828h, 年降水量1557mm, 年相对湿度86%, 干燥度1.01, 年径流量764mm。

西双版纳热带雨林水文观测系统的研究样地在西双版纳勐仑自然保护区内, 距生态站本部约10km, 海拔约750m。样地的植被类型为季节性雨林, 主要树种为千果榄仁、番龙眼等, 上层乔木高约40m。样地内的植物群落一般可划分为上、中、下乔木层、灌木层、草本和藤本植物6个层次。由于热带雨林内的植被多层多种与复杂性, 给观测工作带来一些困难, 如树干径流、穿透雨的观测设施的布置都要精心选择, 才能使观测资料具有代表性。

2 热带雨林水文观测系统设计

按中国生态系统研究网络的技术要求, 森林水文观测系统对物理要素测定的项目有大气降水量、土壤

收稿日期: 2000-10-11

基金项目: 中国科学院“八五”(KJ-85-06)和“九五”(KZ95T-04-02)重大项目资助

作者简介: 刘玉洪(1956-), 男, 山东滕州市人, 中国科学院西双版纳热带植物园高级工程师, 主要从事森林水文气象研究。

含水量、森林内地表水径流量、林冠穿透降水量、树干径流量、蒸散量等。是它只是给了一个最基本的要求, 而没有具体的实施方法。况且大家都知道, 森林水文观测系统是原理简单, 但不易操作, 即没有一种拿来可行的现成方法, 特别是不易长期定位监测。我们对热带雨林水文观测系统设施总的设计思路, 首先是要具有可操作性; 其次要有代表性、准确性和比较性; 三是观测资料基本实现自记记录。

2.1 观测系统内的实测项目

西双版纳生态站的水文观测系统主要是研究热带雨林内水文结构功能, 所以重点放在勐仑自然保护区内的热带雨林。另外, 为了对比研究的需要还建有人工林(橡胶人工群落)和无林地(农耕地)两种对照观测点。观测项目有: 土壤含水量、大气降水量、林冠穿透降水量、树干径流量、地表径流量、总径流量等。

2.1.1 土壤含水量测量 土壤含水量是指在 105℃ 下烘干至恒重时失去的水量, 以单位土壤质量中水的质量或单位土壤容积中水的容积表示。根据土壤水量可计算出以水层厚度(mm)表示的不同土层内的水贮量。此项测定我们采用中子水分仪定期测定。如有不定期的临时取样时则采用烘干法来测定土壤含水量。

2.1.2 大气降水量测定 大气降水量是指天空降落到地面上的液态或者固态(经融化后)的降水, 未经蒸发、渗透、流失而在水平面积聚的深度(mm)。此项目测定采用 20cm 口径的雨量器定时观测和虹吸雨量计自记记录。

2.1.3 林冠穿透降水量测定 穿透降水量的测定通常采用雨量计法, 即据公式 $n = N / (1 + N \alpha / \sigma^2)$, $N = A / A'$ (式中: n 为需要的雨量计个数, N 为抽取样本所代表的区域大小, α 为精度, σ 为变异系数, $\sigma =$ 样本标准差/样本平均值, A 为调查区的面积/ m^2 , A' 为雨量计受雨口面积/ m^2) 计算出试验区内需要设置的雨量计个数。一般情况 $1hm^2$ 需要设置大约 10 个雨量计。

此项测定在人工林内由于树种单一, 观测相对要简单一些。但是在热带雨林内, 植被种类繁多, 林冠生长疏密度不均, 况且该试验样地的植物群落大约可划分为 6 层, 所以穿透降水量的测定在样点选择时具有一定难度。为使观测资料更具有代表性, 我们自己设计制作了长 2m, 宽 0.3m 的“V”型集水槽来收集穿透降水量, 通过增加集水面积来弥补林冠的不均匀性, 集水槽的面积($2m \times 0.3m = 0.6m^2$)是常规雨量计(口径为 20cm, 面积为 $0.0314m^2$)的 19.1 倍, 10 个集水槽为一组, 用 6°三角堰与自记水位计自动记录。在放置集水槽时应注意, 首先要考虑林冠的疏密度, 同时还要照顾到热带雨林内不同的植被层次; 而人工橡胶林的层次单一, 只需要考虑林冠的疏密程度等即可。

2.1.4 树干径流的测定 树干径流是指大气降水从叶转移到枝, 又从枝转移到树干而流到林地地面的雨量。我们采用镀锌铁皮环状收集槽, 并用虹吸雨量计或者 6°三角堰与自记水位计自动记录。在此项目测定中同样存在热带雨林内观测要复杂一些, 它应注意要选择不同径级和不同植物树种, 使观测资料更具有代表性; 而人工林树种单一, 径级相差不大, 故在实践中就要相对简单一些。

2.1.5 地表径流的测定 地表径流场分别建在山坡地上, 选择具有样地代表性的坡度, 形状为矩形, 面积为 $20m \times 5m = 100m^2$, 长边垂直于坡面等高线, 短边与等高线平行, 四周截水墙用混凝土预制块围成, 径流场下方有集水池, 并采用三角堰测流, 堰顶角为 6°, 用自记水位计自动记录。

在建设地表径流场时应注意, 径流场的矩形长边为 20m, 此长度是指投影在水平面上的长度, 不是实际坡面的长度, 即在实践中此长度在坡面上是大于 20m 的。可用公式($L = 20 / \cos\alpha$, 式中: L 为坡面长度, α 为坡度)计算出坡面上的实际长度(L)。

2.1.6 总径流量的测定 采用天然的小流域集水区来测定总径流量, 即在试验样地内选取地形完整闭合, 在径流汇集最窄的沟口处修建集水区测流堰, 用自记水位计自动记录。

我们所选择的天然小流域集水区一共有 4 个, 即热带雨林内 2 个(集水面积分别为 $253800m^2$ 和 $795100m^2$), 人工林(面积为 $93000m^2$)与无林地(面积为 $197200m^2$)各 1 个。因为该集水区是天然形成的, 所以面积不一致, 只是在选择时应注意尽可能地形形成完整闭合, 具有不透水层, 坡度相对一致并且易工程修建测流堰。

2.2 需要计算的项目

2.2.1 林内降水量 林内降水量是指大气降水在通过森林后最终降落到林内地面的水量。它等于穿透降水量与树干径流量之和。

2.2.2 树冠截流量与树冠截流率 树冠截流量是指一段连续降水期间内,从树体表面通过蒸发返回到大气中的水量和降水终止时树体表面还保留的水量。在实践中可用公式计算:

$$i_c = P - (P_t + P_a)$$

式中: i_c 为树冠截流量; P 为大气降水量; P_t 为穿透降水量; P_a 为树干径流量。

树冠截流率是树冠截流量与大气降水量的比率(i_c/P),用百分数表示。

2.2.3 森林蒸散 森林蒸散是指林冠下土壤蒸发和森林植被蒸腾之和。它在森林水分循环中是一种较重要的量,但是目前在国内外尚无较好的实测方法,需要一些实际测量参数经计算求出。通常较常用的方法有水量平衡法和能量平衡一波文比法,2种方法为现成的,有专门介绍,在此不详述。

3 小结

1) 西双版纳生态站森林水文观测系统比较全面地对热带森林的水文功能进行了监测,而且还在人工橡胶林及无林地进行相同项目的对比观测。所以说是一个比较完善的水文观测系统,并且设计合理,具有可操作性。

2) 此观测系统在设计时考虑到它是一项长期监测工作,时间长又是在野外,条件十分艰苦,所以实测项目大多采用水位计或雨量计自动记录,它能基本保证观测资料具有代表性、正确性、可比性等。并且自记资料对研究工作提供了更广阔的应用前景,即各种资料除具有总量外,还有随时间的动态变化过程等,可以更加深入地研究各种水文要素随时间的动态变化规律。

3) 在穿透降水量的测定中,不用小面积的常规雨量计,而采用接口面积较大的自制“V”型集水槽,使之更具有代表性。

4) 在径流量的测定中,更注重天然小流域集水区的建设,可用自动记录分离出地表径流与地下径流。

参考文献:

- [1] 谢贤群,王立军. 水环境要素观测与分析[M]. 北京: 中国标准出版社,1998. 39- 44.
- [2] 张建侯,张克映,沙丽清,等. 西双版纳生态站热带雨林定位样地的自然概况及特征[J]. 资源生态环境网络研究动态, 1994, 5(2): 47- 48.
- [3] 刘玉洪,张克映,张建侯,等. 西双版纳热带人工群落集水区堰的设计[J]. 资源生态环境网络研究动态,1993, 4(3): 36 - 38.
- [4] 刘玉洪,马友鑫,刘文杰,等. 西双版纳人工群落林地径流量的初步研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999, 5(2): 30 - 34.
- [5] 刘玉洪,张克映,马友鑫,等. 西双版纳热带森林地表径流场设计的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999, 5(6): 56 - 60.