

西双版纳热带森林集水区测流堰建设的研究^{*}

刘玉洪, 张克映, 马友鑫, 刘文杰, 张一平, 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: 讨论了西双版纳地区热带雨林、人工橡胶林和无林农耕地集水区测流堰的选择与设计, 并扼要介绍了集水区测流堰建设中应该注意的问题。用集水区测径流量是一种生态—水文试验的实用方法, 它使生态系统与集水区界线一致, 能相对准确测定集水区生态系统的水分输入和输出, 由此可获得整个集水区生态系统水分循环的主要参数。

关键词: 西双版纳; 热带森林; 集水区; 测流堰

中图分类号: S157.2

文献标识码: A

文章编号: 1009-2242(2001) 05-0141-03

Study on Construction of V-notch Weirs in Forested Catchments in Xishuangbanna, Southwest China

LIU Yu-hong, ZHANG Ke-ying, MA You-xin, LIU Wen-jie, ZHANG Yi-ping, SHA Li-qing

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

Abstract: Site selection and design of V-notch weirs in three different forested catchments (tropical seasonal rainforest, rubber plantation, and farmland) in Xishuangbanna are discussed. We also addressed some issues in the weir construction. It is a practical method to measure discharge by catchment weir. We can get relatively accurate data about input and output of water in the studied catchment. Furthermore, we can get the main factors about the water cycling in the studied ecosystem.

Key words: Xishuangbanna; Tropical forest; catchment; V-notch weir

径流量是森林水文研究中的一个最基本项目, 它在陆地生态系统中是一项可以实测, 但又是实测中误差相对较大的项目。对于径流量观测技术的研究, 水文部门大多注重江河测站的建设, 流域面积相对较大, 径流量也较大。此类站点的建设投资较大, 其优点是代表性较好。科研部门对径流量的研究, 更多注重地表径流量的测定^[1], 采用一定面积有利地形(坡地)的样地, 如 20m×40m, 5m×20m 或更小的面积(1m×1m), 此类测点的建设, 投资小, 观测简便, 其缺点是受影响的因素较多, 还因样地集水面积太小, 不能代表自然条件下的径流量分布状况, 故代表性较差。如果选用集水区测流堰测定小流域的径流量^[2], 它兼顾了上述两种类型的优点, 又是在自然状况下完全独立的集水区, 具有一定的代表性。它适用于科研部门对径流量的长期定位观测与研究。

西双版纳热带森林生态站是中国生态系统研究网络(CERN)的 7 个森林站之一, 为配合生态网络研究, 按项目设计要求在西双版纳热带生态站附近不同植被类型(热带雨林、人工橡胶林和无林农耕地)的试验区样地内, 选择地形完全闭合, 即分水岭界线明显的山地, 径流水只能通过集水区出口处建立的测流堰流出, 由此测流堰观测其径流量。

1 自然状况

西双版纳生态站位于云南省西双版纳傣族自治州勐腊县勐仑镇(21°55'N, 101°15'E, 海拔约 580 m), 属于西南季风气候区, 降水丰沛, 多年平均降水量为 1 557 mm, 年平均气温 21.5℃, ≥10℃积温为 7 860℃, 年日照时数 1 828 h, 年相对湿度 86%, 干燥度 1.01, 流域多年平均径流深 764 mm。不同植被类型的集水区样地均属于澜沧江水系在西双版纳州的主要支流补远江流域内。集水区样地距补远江的曼安水文站和勐仑气象站的水平距离均在 10 km 以内, 故在集水区测流堰的设计过程中使用了曼安水文站和勐仑气象站的多年平均资料。

2 集水区测流堰建设

* 收稿日期: 1999-12-21 * 中国科学院“八五”(KJ-85-06)、“九五”(KZ95T-04-02)重大项目和西南知识创新基地经费资助

作者简介: 刘玉洪, 男, 生于 1956 年, 高级工程师, 站长, 主要从事山地气候与森林水文气象研究, 发表论著 37 篇。

2.1 样地选择

西双版纳热带森林生态站水文观测系统的建立主要是研究热带雨林的水分循环,但为了对比研究在人工林(橡胶人工群落)及无林地(农耕地)也建有对照样地,即集水区测流堰的样地选择在自然林(2个)、人工林和无林地的山地上(表1)。在样地选择时,各样地之间除植被条件不一致外,其它自然条件(如面积、坡向、坡度等)应尽可能一致。可是在实践中,因为所选择的集水区是自然形成的,本身有一定的局限性,并且有某种意义的随机性,所以集水区样地的选择从一定意义上讲是可遇不可求的事。但不管有这样或那样的客观因素,在实际操作时还是应充分考虑各方面的综合影响因素,权衡各种利弊,选择条件一致或相对差异较小的样地作为试验区。从表1看出,在自然林中选择了2块样地(A和B),它们面积大小不相同,其它条件基本一致,我们设想在观测若干年取得一定的基本资料之后,将其中一个集水区内的森林全部砍伐,然后让其自然恢复,就可以观测到它的变化特征,即观测热带雨林在遭受人为砍伐后又得以恢复的全过程。

由此,集水区样地选择应注意的最基本原则是:①具有分水岭明显、地形闭合的山地,并且集水区内的径流将从同一个出口流出;②集水区样地的地质条件应是地下有不透水层的闭合流域,此为建立集水区测流堰的前提条件;③在径流出口处具备修建测流堰的工程条件;④社会环境条件相对较好,避免人为破坏,利于长期定位研究。

2.2 设计

2.2.1 平均径流量与径流系数 年平均径流设计计算式^[3]: $Q_{\text{设}} = (1000F_{\text{设}}/T_{\text{年}})Y_{\text{参}}$, 式中: $Q_{\text{设}}$ 为设计的平均径流量(m^3/s); $F_{\text{设}}$ 为设计集水区样地的面积(m^2); $T_{\text{年}}$ 为1年的秒数(s); $Y_{\text{参}}$ 为参照地的多年平均径流深度(mm)。由此式计算得无林农耕地、人工橡胶林、自然林A和自然林B的年平均径流量分别为 4.78×10^{-3} 、 2.25×10^{-3} 、 6.15×10^{-3} 和 $1.926 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$, 相当于1天的平均径流量分别为 413.0、194.4、531.4 和 1664.1 m^3 。

平均径流系数的计算式: $\alpha = Y/R$, 其中 α 为径流系数; Y 为多年平均径流深度(mm); R 为多年平均降水量(mm)。由此式计算得本区的平均径流系数 $\alpha = 0.49$ 。式中的平均径流深度是包含有地表径流和地下径流,即总径流量^[2]。

另外,由《西双版纳州水文手册》上查得补远江流域的平均径流系数 $\alpha = 0.40 \sim 0.50$, 本试验区实测 α 值接近所在流域的 α 高值。

2.2.2 最大径流量 西双版纳生态站所建的4个集水区面积约在 $79.5 \sim 9.3 \text{ hm}^2$ 之间,在设计计算最大径流量时都取平均径流系数为0.50。求得各集水区内1h最大径流(洪峰)产水量见表2。

本地区的1h极端最大降水量为62.8 mm,可能产生的最大径流量约在 $0.811 \sim 6.936 \text{ m}^3/\text{s}$ 之间。如按1h内不同时段最大降水量极端值来计算各集水区样地可能出现的最大径流量则还更大一些(表3)。如5min的最大降水量16.4 mm时各集水区样地可能产生的最大径流量在 $2.541 \sim 21.735 \text{ m}^3/\text{s}$ 之间。

2.2.3 堰的形状和大小设计 西双版纳生态站不同植被类型的4个集水区样地均处于西南季风气候区内,干雨季节分明,一般干季(11~4月)降水量只占年降水总量的17.4%,此段期间内少有地表径流,径流量也相对较小。雨季(5~10

表 1 集水区样地基本情况		
试验区样地	集水面积(hm^2)	坡面主要植被
无林农耕地	19.7	玉米、旱稻等
人工橡胶林	9.3	橡胶
自然林 A	25.4	千果榄仁、番龙眼等
自然林 B	79.5	

表 2 各集水区样地每小时不同级别降水所产生的径流量 m^3/s								
不同级别降水量 (mm/h)	100	80	60	40	20	10	5	
无林农耕地	2.7384	2.1907	1.5981	1.0954	0.5477	0.2738	0.1369	
人工橡胶林	1.2912	1.0329	0.7747	0.5165	0.2582	0.1291	0.0646	
自然林 A	3.5253	2.8202	2.1152	1.4101	0.7051	0.3325	0.1763	
自然林 B	11.0440	8.8352	6.6264	4.4176	2.2088	1.1044	0.5522	

表 3 1 h 内极端最大降水量可能产生的径流量 m^3/s					
时间(min)	5	10	20	30	60
极端最大降水量(mm)	16.4	21.5	34.7	42.4	62.8
无林农耕地	5.3892	3.5326	2.8507	2.3222	1.7197
人工橡胶林	2.5410	1.6656	1.3441	1.0949	0.8109
自然林 A	6.9378	4.5476	3.6698	2.9894	2.2139
自然林 B	21.7346	14.2467	11.4968	9.3653	6.9356

月)降水量占年降水总量的82.6%,此段时间内多雷阵雨,降水量丰富且降水强度大,因而有地表径流产生,并常伴有较大径流量(洪峰)。在设计测流堰时需要考虑的是,首先要保证在较小径流量时的测流精度,此种情况在1年时间内所占时间较多;其次是要保证在最大降水(由暴雨而引发的洪峰过程)时也能准确地观测到径流量,使测流堰不能溢口,此种情况在1年时间内所占时间较少,可是由此产生的径流量所占比重则相对较大,而

且这种径流量对于人类来讲是利少害多,它是造成山地水土肥流失的直接原因。

为此,我们设计的堰形状为直角三角堰^[4]加矩形堰,即下部的三角堰是保证小径流量时的测流精度要求,而上部的矩形堰则是保证大流量时的测流功能,同时,在最大径流量(洪峰过程)条件下也能满足测流精度,并且保证径流始终不溢口。

2.2.4 记录部分 测流堰采用自记水位计记录水位,由此换算出该集水区的径流量。因为观测使用了自记仪,可减少观测人员在工作中的人为误差,还可以得到径流量随时间的动态变化,便于更深入的研究工作。

2.3 测流堰建设中应注意的问题

集水区测流堰的建设一般均是由科技人员设计,施工人员具体负责施工。除自记水位计是现成可购外,其它的都是自己设计、制作及参与建设,因为没有现成的技术和施工图纸,而且参与施工的人员大多都是第一次参加这种建设工程。为此,在施工前一定要让施工人员了解科技人员的设计思想;其次是科技人员要参与建设工程的始终,随时发现问题并及时改正,使之达到设计要求。

在测流堰建设中应注意的几个主要问题:①测流堰的堰坝在建设时应使其座落在基岩不透水层上,并且要用混凝土浇筑,保证不漏水,径流只能从堰口流走;②三角堰的出水口要略高于原径流水平面,这样能保证径流在通过堰口后没有阻挡,保证测流精度;③测流堰应建有沉沙(土)池,主要蓄集地表径流所带来的部分沙土,建设沉沙(土)池时要使其保持一定的集水深度;④用钢板制作三角堰时,因为角度要求的精度较高,一般整块制作费用较高或根本达不到这种技术的精度要求。实践中可采用从顶角处分割成 2 块加工,之后再组合成一个三角堰,这样的技术工艺由一般的机械厂即可加工制作。

3 小 结

森林水文过程是一个不纯随机与不稳定降水的转移过程,森林作为一个传递系统,它的传递过程服从于一定的森林水文学规律。但现在定性的研究较多,而定量研究主要受制于测量手段精度的影响。小集水区测量技术如果设计合理,那么对森林水文学的定量研究将取得良好的效果。

(1)小集水区测流技术是一种生态-水文试验和生物地球化学研究的实用方法。该技术使生态系统与集水区界线一致,能准确测定集水区生态系统的水分输入和输出,由此可获得整个集水区生态系统水分循环的主要参数。并且具有施工投入少,观测简便可行等优点。

(2)集水区测流堰通过水位计自记水位,然后换算成集水区径流量,其精度与换算公式系统的精度有关,只能通过实测试验对比,才能达到提高测流精度的目的。

(3)集水区测流堰实测的径流量包括了地表径流与地下径流,随着研究的深入,可以从水位记录中用作图法或经验法等,把地表径流与地下径流分离开。

(4)在集水区测流堰建设中还应辅以一些其它项目的观测,如土壤含水量、大气降水量、林冠穿透降水量、树干径流、地表径流量等。这样才能构成一个完整的森林水文观测系统,即达到研究水分在生态系统中的循环过程及其作用的目的。

参考文献:

[1] 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]. 水土保持学报, 1999, 5(6): 56~60.
[2] 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分析[J]. 水土保持学报, 1999, 5(2): 30~34.
[3] 华东水利学院. 工程水文学[M]. 北京: 水利出版社, 1982. 64~72.
[4] 水利电力部水利司. 水文测验手册[M]. 北京: 水利电力出版社, 1977. 430~432.

(上接第 124 页)

参考文献:

[1] 许炯心. 黄土高原的高含沙水流侵蚀研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(1): 27- 34.
[2] 杜殿勋,杨胜伟. 黄河、渭河、汾河、北洛河粗泥沙来源及汇流区河道分组泥沙冲淤规律[J]. 黄河水沙变化研究论文集, 1993 (4).
[3] 梁志勇,匡尚富,等. 高含沙洪水冲刷规律的探讨[J]. 泥沙研究, 1999(6).
[4] 王兆印,等. 河道冲刷和清水水流河床冲刷率[J]. 泥沙研究, 1998(1).