

森林水文作用的流域尺度效应及其评价

沙玉坤^{1 2} 程根伟¹ 李卫朋^{1 2}

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 山地表生过程与生态调控重点实验室 四川 成都 610041;
2. 中国科学院大学 北京 100049)

摘 要: 森林植被覆盖对于地面水文过程的影响, 随森林面积或流域尺度大小而不同, 尺度效应的准确识别和定量评价比较困难。通过水文尺度效应的形成机理分析, 对主要影响机制和变化特征进行了讨论, 提出了分析评判中的主要因素, 即从流域大小或森林覆被对能量平衡、潜在蒸散发、水源组成、汇流速度以及河槽调蓄能力的变化等方面来对流域尺度变化的效应大小进行评价。随着流域面积的增加, 森林植被的影响降低而河槽调蓄的作用增大, 流域尺度也会影响汇流的路径变化, 大流域的地下水比重更大, 对洪水形态和枯季径流量都有显著的影响。研究还提出基于投入产出原理的最佳森林覆被率的概念和建议比率, 结果有助于区分森林本身和流域大小各自对径流特征的贡献, 更加合理地评估森林水文效应。

关键词: 森林水文; 流域尺度; 影响机制; 效应评价

中图分类号: P343

文献标志码: A

森林分布特性对于河川水文过程具有重要的作用, 流域的大小和形状本身对森林水文作用也有一定的影响, 这种影响有时候会改变对森林水文作用的认识^[1-3], 即森林水文作用的尺度效应。国内外对流域尺度效应的研究从来没有间断过, Gabrielli C. P. 在 2012 年做了不同尺度和坡度情况下基岩地下水对降雨径流的水文响应的研究^[4], 闫云霞在 2011 年以长江流域水文站点的观测数据为依据, 并将整个长江流域分成了 8 个区域, 对所有分区产沙模数的尺度效应进行了深入分析^[5]。Zegre N 在 2010 年研究了在水文尺度上水文模型的变化检测^[6]。周剑和程国栋等在 2009 年应用遥感技术反演流域尺度的蒸散发^[7]。Laudon Hjalmar 在 2007 年对瑞典北部的 15 条河流进行了尺度效应和景观特征影响的研究^[8]。但是对于流域尺度和森林结构本身结合的研究还较少, 并且要确切地评价流域尺度和森林结构本身对水文过程的贡献, 也存在着理论和技术困难^[9-12]。近百年以来, 世界上大量的

径流试验和模型对比分析表明, 很难直接用相似流域的空间对比或时间序列分析来评价不同森林条件产生的水文过程差异^[13-17]。不同大小和形状的流域试验结果差异很大, 尽管大流域是由其中各个小流域组成, 但各个小流域的水量之和不等于大流域观测的结果, 小流域的合成洪水通常大于大流域出口观测值, 而小流域的年径流量或枯水流量之和却小于大流域值(部分之和不等于总体), 即小流域的观测结果不能简单推演到大流域。另外关于流域尺度效应在森林水文作用评价中的影响, 是国际上该领域研究的前沿问题^[18-22], 因此如何准确地评价和预测大规模生态变化(森林砍伐、林地退化、自然恢复、防护林建设)的水文影响, 也在学术界和行业主管部门存在很大的争议, 这严重影响了生态环境建设目标的制定和生态工程的实施。本文从影响森林水文作用的水文地理机制出发, 分析影响流域尺度效应的物理效应, 为今后尺度效应评价提供理论依据。

收稿日期(Received date): 2013 - 04 - 07; 改回日期(Accepted): 2013 - 04 - 17。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金项目(31070405) 资助。[Supported by National Natural Science Foundation of China, No. 31070405.]

作者简介(Biography): 沙玉坤(1986 -) 男, 回族, 山东泰安人, 在读博士生, 研究方向为 RS、GIS 技术在水文学与水文模型中的应用。[Sha Yukun, male, doctoral student, mainly engaged in the application of RS and GIS in hydrology and hydrological models research.] Tel: 15198203389, E-mail: sharpon@163.com

1 流域尺度问题的分类

这个问题的核心在于流域尺度对森林水文作用的影响及其定量估算^[20-21]。随着研究对象的尺度从植物细胞、叶片、植株和群落到流域的变化,影响水平衡的主导因素也在转移变化。当研究对象的空间尺度增大,某些因素(如温度)作用的水平趋于稳定;而某些因素相互抵消补偿(如空气湿度),作用降低;部分因素彼此加强(如净辐射),成为支配性环境要素;另一部分因子(如地下径流)只有在一定规模之上的流域上才能体现出来^[18-22]。因此不能简单地将所有径流特征差异都归结为森林的作用,需要区别流域尺度变化对径流产生的影响。

尺度效应的核心问题是:

1. 森林水平尺度对流域蒸散发的影响。森林分布的面积大小影响森林流域的能量收入和气流交换强度,这两者都是决定蒸散发的关键因素,所以一个流域的蒸散发不能用小片林地的蒸散发来推算;同样,单个叶片的蒸散发之和不等于树木的蒸散发,如何从叶片-树木-群落的蒸散发推算到流域尺度显得尤为重要。

2. 流域几何尺度对径流形成的影响。小流域上的径流试验结果存在要素不完备性问题,例如小流域观测径流难以反映深层地下水的影响,河槽调蓄作用也不明显。而大流域上这两方面的影响都很大,如何将小流域的研究结果推广到大流域存在技术上的困难,因此需要研究流域尺度效应对水文要素的贡献率。

3. 流域尺度对汇流过程的影响。流域大小不同,汇流的路径和时间也有很大的差异,坡面汇流的路径在几十米以内,主要在土壤表层进行,汇流的时间很短,在几分钟内就可以完成,因此下垫面对水流的作用小,水文响应函数非常尖锐,洪水过程高而瘦;小流域($< 1 \text{ km}^2$)的径流主要为地表和浅层地下水组成,径流路径的深度加大,汇流路径比较长,流域土壤水分的调节作用充分发挥,汇流时间在半小时内;随着流域的加大,汇流的路径和深度增加,出流历时延长,出流过程更加平缓。

4. 径流成分和河道调蓄对汇流的影响。流域的大小对径流过程的改变存在多个方面的影响,造成这些影响的本质可以归结为河川径流的组成变化的结果,对于小于 10 km^2 的河流,很难形成闭合地下

分水线。随着流域尺度的增加,沟道与河流切割深度加大,地表径流比重减小,壤中流和深层地下径流比例增加,参与河流的总水量和慢速径流成分增加。对于大于 50 km^2 的流域,河流本身的调蓄作用才开始表现出来,当流域面积超过 $1\,000 \text{ km}^2$ 之后,坡面和地下调蓄作用可以忽略,而河道调蓄成为主体。

基于上述流域尺度效应的核心问题,我们从以下4个方面(森林水平尺度、流域尺度、河道长度以及森林覆被率)阐述流域尺度对森林水文过程的影响及其评价。

2 森林水平尺度对流域蒸散发的影响与评价

森林面积大小对区域气候的改变主要有两方面,分别是对局地辐射能量平衡的影响和对当地水汽动力输送的影响,这两个方面都可能影响流域的蒸散发量,也就对流域的河川径流总量发生影响。

根据大量观测研究,森林植被覆盖面比裸露地面具有更大的红外反射率 α (图1),这就使森林地区成为一个冷性下垫面,可用于水分蒸发的净辐射能量比较低,不利于水分的蒸散发进行^[23]。这种影响与森林面积大小有关系,局部小范围的森林植被覆盖产生的影响比较小,可以被相邻区域的热量交换抵偿,对于大范围的森林植被区域,能量收入的影响具有积累和放大作用,对流域蒸散发的影响就比较大。

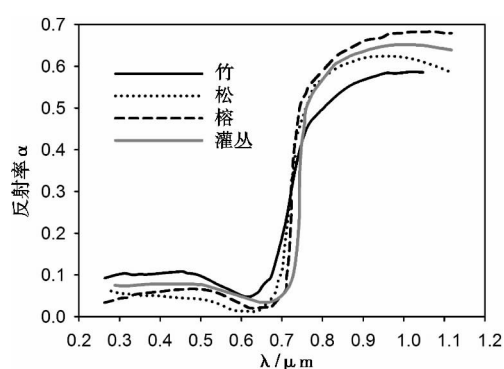


图1 植被下垫面的反射光谱特征

Fig. 1 Reflecting spectrum of different forest surface

森林同时又具有比较大的空气动力学阻抗,对于气流交换具有明显的阻滞作用,这就使得林区附近水汽交换比较弱,地面和林冠呼吸产生的水汽容易积聚,林下空气湿度大,如果林地面积不大,这种

影响也不大,水平气流可以带走林下水汽,蒸散发容易进行,而如果森林面积很大,郁闭度很高,则林下基本成为一种封闭的体系,林下水汽难以被风带走,流域蒸散发就比较难以进行,地面就容易处于一种长期湿润的状态。

按照 Penman 蒸散发公式,蒸散发 E_w 与净辐射 R_n 和水汽交换通量 E_a 成正比

$$E_w = \frac{\Delta \cdot R_n + \gamma \cdot E_a}{\Delta + \gamma}$$

而 R_n 和 E_a 都与森林分布的尺度成反比。可见,随着森林面积的扩大,流域平均的蒸散发量将逐渐减少,在降水量不变的条件下,流域的产流量就将增加。

3 流域尺度对径流组成的影响与评价

对于山区河流,流域面积越大,河流对地面的切割就越深,参与流域汇流的水源成分和径流总量就越多。一般而言,对于面积在 1 km^2 以内的径流场,主要是地面径流或少量壤中流参与汇流,观测到的径流量偏小,水文过程短暂,洪水过程陡涨陡落。对于 $0.1 \sim 1.0 \text{ km}^2$ 的小流域,大部分壤中流和小部分浅层径流汇入河槽,这除了使沟道总径流量增大以外,还使得径流过程延长,洪水过程坦化。对于 $1.0 \sim 10 \text{ km}^2$ 的中小流域,全部浅层径流都可以被河道截获,部分深层地下水也可以汇入河槽,这使得沟溪产生长流不断的流水,只有在枯季或者长期不降雨的干旱期才断流。如果流域面积 $> 10 \text{ km}^2$,流域内部降雨产生的全部径流都可以由河道汇集流出,这一大小范围的流域才能够反映出水文过程的基本特征。

由于流域大小产生的河流切割深度的差异,产生了大流域比小流域的径流成分齐全,河川径流总量大,涨落过程平缓、基流部分抬高这一系列水文过程差异,这种变化如果与森林本身的差异叠加,对于分析森林水文效应是不利的。例如在选择对照流域的时候,如果森林流域和非森林流域的面积差别过大,就很难识别这两个流域的径流量与过程形态的不同是由于森林产生的贡献,还是流域尺度本身的效应。同时,这也说明,对于森林水文效应的分析,不能依据太小的流域的试验结果就轻易得出结论,小流域可以对影响水文现象的一些机理进行分析,最后的结果还是要以 10 km^2 以上的流域的观测实验结果作为基础。

当然,以上关于不同大小的流域分级只是一种通常的情况,对于不同岩性和坡度的地区,河流的切割深度差别很大,汇集各种径流成分所需要的临界流域面积也不尽相同,但是其变化的基本特征和次序仍然是相似的。对于研究水文循环规律的径流实验来说,特别需要重视流域面积大小产生的观测上的差异,即使难以选择一个合适大小的流域,也必须清楚所观测到的水文现象可能包含的偏差,并且在分析和解释中予以辨别。

4 河道长度对汇流过程的影响与评价

相对于土壤和地下水库来说,河道对于水流的调蓄作用比较小,因此对于较小的流域(10 km^2 以下),对水文过程形态的影响主要在坡面阶段,河槽的作用可以忽略不计。但是对于汇流面积 $> 50 \text{ km}^2$ 的流域,河道的长度和容积都会显著超过坡面和地下水库蓄作用,河道对水流的积蓄和响应就成为主要的作用。对与城市相邻的大江大河,流域面积大多超过 1000 km^2 ,河道长度在 100 km 以上,河流水文过程将主要受到河槽调蓄的影响,因此必须将河道对水文过程的作用作为分析的重点。

河道的调蓄作用包括对水文过程的变形和坦化两类(不计延迟作用),变形作用是由于不同洪水位相点具有不同的传播时间所致,可能造成洪水波前沿变陡,山洪波前破碎的现象。过程坦化是使洪峰变低过程延长,洪峰以后的退水过程抬高的现象。根据洪水演进模型,可以利用河道断面几何与水力参数,计算出洪水通过河段后的衰减,从而分析得到河道长度与洪水坦化作用之间的关系,一般可以概化为如下公式

$$Q_o = Q_i \cdot e^{(-k \cdot L)}$$

其中 Q_i , Q_o 分别是河道入口处和出口处的洪峰值, k 是槽蓄指数(km^{-1}),它与河槽断面大小和河床糙率有关, L 是河道长度(km)。上式表明随着河道长度的增加,出流的洪峰将变小,由于水量平衡,退水流量也就会相应增加,它们之间的关系见图2。

由以上河道对水文过程的调蓄影响可以发现,尽管对于小流域,森林流域的洪水可以比非森林流域的洪水小得多,但是,经过河流的调蓄之后,大流域出口产生的洪水过程却非常相近。这说明,通过大尺度流域的河网作用之后,原来由于坡面植被不同产生的坡面洪水差异将被消弥掉,在大流域观测

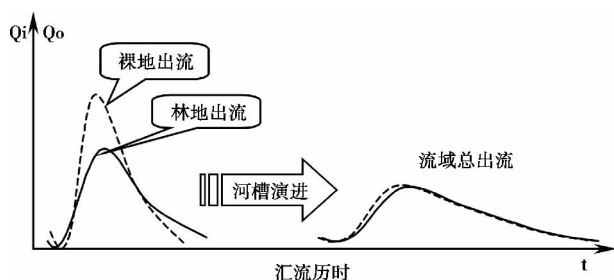


图2 不同类型的河网入流调蓄后的出流过程对比

Fig.2 Compare of the outflow hydrographs influenced by different kinds of land - cover

的水文过程更多的体现出地区暴雨和地貌的影响。

由流域尺度变化产生的洪水特征还可以见到,森林水文效应的评价取决于所选择的流域大小,流域越小,森林植被的作用越显著,对于流域面积在 $10 \sim 100 \text{ km}^2$ 的中等大小流域,森林作用就比较小了,而对于 1000 km^2 以上的大流域,森林的作用远低于河槽的调蓄作用(图3),这可能是过去不同部门在评价森林水文效益的时候,出现明显的认识差异和评价争议的内在原因。

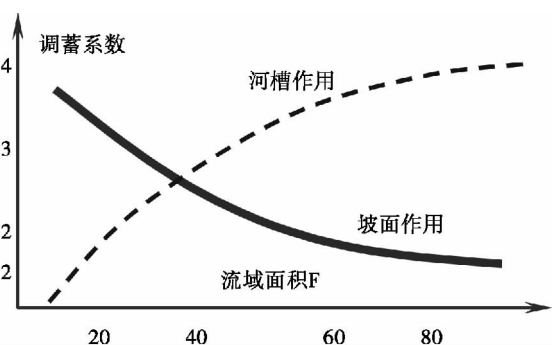


图3 坡面植被和河槽调蓄作用的变化

Fig.3 The relative change of storage-delayed effects come from land vegetation and river channel

5 森林覆被率对洪水调蓄的综合影响与评价

程根伟^[24]对加拿大典型森林流域中砍伐与保留区的对照洪水特性分析及水文数学模型的模拟研究表明,森林砍伐与恢复对河流洪水特征影响存在着定量关系,其中砍伐后比砍伐前的洪水径流系数增加 25% 左右,同时洪峰流量增大 30% ~ 40%,而洪水过程形态变化不大。对于中小尺度流域(面积

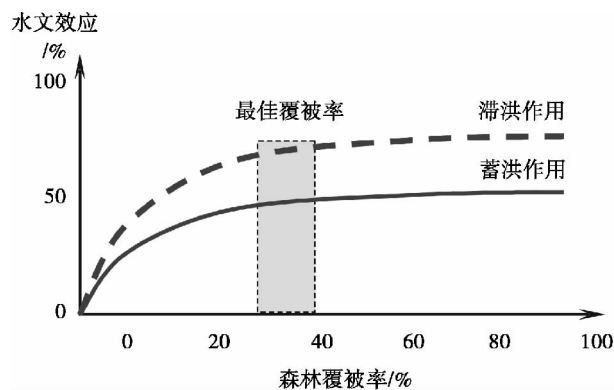


图4 森林覆被的滞蓄洪作用与最佳覆被率

Fig.4 The delayed effect of forest on flood and the optimal forest coverage

$500 \sim 5000 \text{ km}^2$),良好的森林覆被可以减少同频率洪峰量级 35% 左右,或者同样量级洪水出现的频率更低^[24-25]。

通过对不同植被条件下的水分作用的定量研究,发现森林对洪水的作用主要表现在滞洪和拦蓄两种机制上,而这两种作用与森林的覆被率和发育成度有关,对国内外一些小流域的研究结果表明,森林植被对洪水的消减作用呈现对数型增长关系,如图4所示。在该方面的对比研究还发现,这种作用在植被增长的最初阶段贡献最为明显,在植被覆被率达到 30% ~ 40% 左右,这种作用可达到全部贡献的 80% 以上。因此,如果通过生态工程的人工植被恢复以发挥森林的拦蓄洪效益的角度考虑,最佳的投入产出的森林植被率可以确定在 35% ~ 40% 左右,这可以作为指导生态工程建设中森林植被恢复目标的理论依据。

6 结论

流域大小对径流的形成具有显著的影响,它与森林的水文作用叠加在一起,成为影响森林流域水文过程的两个重要的地理因素。在对森林水文作用进行分析评价的时候,需要考虑到流域尺度不同这一重要的因素。对于野外径流观测试验所得到的结果,应该明确其流域尺度大小以及森林类型等具体条件,并且遵循分析和使用条件一致的原则,用于相似的流域水文特性的推论。在需要对尺度相差明显的流域水文过程进行研究和评价时,应该对评价的结果进行流域尺度修正,以使得分析的结果更能反映实际的情况。

参考文献(References)

- [1] Ma Xuehua et al. Forest hydrology [M]. Beijing: Forestry Press of China, 1992: 91 - 132 [马雪华, 等. 森林水文学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1992: 91 - 132]
- [2] Huang Bingwei. Accurate estimation of the forest hydrological effects [J]. Geographical Reading, 1981, 1(1): 1 - 3 [黄秉维. 确切地估计森林的作用 [J]. 地理知识, 1981, 1(1): 1 - 3]
- [3] Wang Lixian, Zhang Zhiqiang. Advance in the study of eco-hydrological effects from vegetation change [J]. World Forestry Research, 1998, 11(6): 14 - 23 [王礼先, 张志强. 森林植被变化的水文生态效应研究进展 [J]. 世界林业研究, 1998, 11(6): 14 - 23]
- [4] Gabrielli C P, McDonnell J J, Jarvis W T. The role of bedrock groundwater in rainfall-runoff response at hillslope and catchment scales [J]. Journal of Hydrology, 2012, 450 - 451: 117 - 133
- [5] Yan Yunxia, Xu Jiongxin, Marwan Hasson et al. Spatial Variation of Scale Effects of Sediment Yield in the Yangtze River Basin [J]. Journal of Mountain, 2011, 29(2): 141 - 153 [闫云霞, 许炯心, Marwan Hasson, 等. 长江流域侵蚀产沙尺度效应的区域分异 [J]. 山地学报, 2011, 29(2): 141 - 153]
- [6] Zegre N, Skaugset AE, Som NA, et al. In lieu of the paired catchment approach: Hydrologic model change detection at the catchment scale [J]. Water Resources Research, 2010, 46(11): 1 - 20
- [7] Zhou Jian, Cheng Guodong, Li Xin, et al. Application of remote sensing technology to estimate river basin evapotranspiration [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2009, 134(6): 679 - 687 [周剑, 程国栋, 李新, 等. 应用遥感技术反演流域尺度的蒸散发 [J]. 水利学报, 2009, 134(6): 679 - 687]
- [8] Hjalmar Laudon, Viktor Sjöblom, Ishi Buffam, et al. The role of catchment scale and land-scape characteristics for runoff generation of boreal streams [J]. Journal of Hydrology, 2007, 344(3 - 4): 198 - 209
- [9] Cheng Genwei. The antinomy and recently understanding on forest hydrology [J]. Exploration on the Nature, 1996, 15(2): 81 - 85 [程根伟. 森林水文研究中的悖论及最新认识 [J]. 大自然探索, 1996, 15(2): 81 - 85]
- [10] Zhang Zhiqiang, Yu Xinxiao, Zhao Yutao et al. Advance in researches on the effect of forest on the hydrological process [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(1): 113 - 116 [张志强, 余新晓, 赵玉涛, 等. 森林对水文过程影响研究进展 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(1): 113 - 116]
- [11] Zhang Tianzhen. Basin factors of the impact of forest on river runoff [J]. Journal of Natural Resources, 1989, 4(1): 37 - 45 [张天曾. 森林影响河川径流的流域因素 [J]. 自然资源学报, 1989, 4(1): 37 - 45]
- [12] Zhou Xiaofeng, Zhao Huixun, Sun Huizhen. Proper assessment for forest hydrological effect [J]. Journal of Natural Resources, 2001, 16(5): 420 - 426 [周晓峰, 赵惠勋, 孙慧珍. 正确评价森林水文效应 [J]. 自然资源学报, 2001, 16(5): 420 - 426]
- [13] Ma Xuehua. Preliminary study on hydrologic function of fir forest in Miyaluo region of Sichuan [J]. Forestry Sciences, 1987, 23(2): 53 - 265 [马雪华. 四川米亚罗地区高山冷杉林水文作用的研究 [J]. 林业科学, 1987, 23(2): 53 - 265]
- [14] Huang Linong. On the water conservation effect of alpine primary forests in western Sichuan [G] // Pan Weishou et al. Symposium of Forest hydrology in China. Beijing: Topography Press, 1989: 119 - 125 [黄礼隆. 试论四川西部高山原始林的水源涵养效能 [G] // 潘维寿, 等. 全国森林水文学学术讨论文集. 北京: 测绘出版社, 1989: 119 - 125]
- [15] Wen Yuanguang, Liu Shirong. Quantitative analysis of the characteristics of rainfall interception of main forests ecosystems in China [J]. Forestry Sciences, 1995, 3(4): 289 - 298 [温远光, 刘世荣. 我国主要森林生态系统类型降水截留规律的数量分析 [J]. 林业科学, 1995, 3(4): 289 - 298]
- [16] Liu Jiagang, Pei Tiefan, Fan Shixiang et al. One-dimensional model of delayed surface runoff in litter layers of broad-leaved Korean-pine forest [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1990, 1(2): 107 - 113 [刘家冈, 裴铁藩, 范世香, 等. 阔叶红松林枯枝落叶滞蓄地表径流作用的一维模型 [J]. 应用生态学报, 1990, 1(2): 107 - 113]
- [17] Pei Tiefan, Fan Shixiang, Han Shaowen, et al. Simulation experiment analysis on rainfall distribution process in forest canopy [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1993, 4(3): 250 - 255 [裴铁藩, 范世香, 韩绍文, 等. 林冠分配降雨过程的模拟实验分析 [J]. 应用生态学报, 1993, 4(3): 250 - 255]
- [18] Wood E F. Effects of spatial variability and scale with implications to hydrological modeling [J]. Journal of Hydrology, 1988, 102: 29 - 47
- [19] Pilgrim D H. Some problems in transferring hydrological relationships between small and large drainage basins and between regions [J]. Journal of Hydrology, 1983, 65: 49 - 72
- [20] Bergstrom S, Graham L P. On the scale problem in hydrological modeling [J]. Journal of Hydrology, 1998, 211(1): 253 - 265
- [21] Sivapalan M, Kalma J D. Scale problems in hydrology: contributions of the Robertson Workshop [J]. Hydrological Processes, 1995, 9(9): 243 - 250
- [22] Sklash M G, Fovolden R N. The role of groundwater in storm runoff [J]. Journal of Hydrology, 1979, 43: 45 - 65
- [23] Cheng Genwei, Chen Guirong. Study on the controlled factors of watershed evapotranspiration and its regional difference under the effect of forest change [J]. Journal of Mountain, 2004, 22(2): 175 - 178 [程根伟, 陈桂蓉. 森林流域蒸散发的控制要素与区域差异探讨 [J]. 山地学报, 2004, 22(2): 175 - 178]
- [24] Cheng Genwei, Hethrington E. Exploration of logging impacts on stormflow characteristics in west pacific coast watershed [J]. Mountain Research, 1997, 15(3): 167 - 172 [程根伟, Hethrington E. 太平洋西海岸森林砍伐对洪水特征的影响 [J]. 山地研究(现山地学报), 1997, 15(3): 167 - 172]
- [25] Shi Peili, Li Wenhua. Influence of forest cover change on hydrological process and watershed runoff [J]. Journal of Natural Resources, 2001, 16(5): 481 - 487 [石培礼, 李文华. 森林植被变化对水文过程和径流的影响效应 [J]. 自然资源学报, 2001, 16(5): 481 - 487]

The Impacts and Evaluations of Catchment Scales on Forest Hydrology

SHA Yukun^{1 2}, CHENG Genwei¹, LI Weipeng^{1 2}

(1. Key Laboratory of Mountain Environment Evolution and Its Regulation, Institute of Mountain Hazards & Environment, CAS, Chengdu 610041, China;

2. University of Chinese Academy of Science, Beijing 100049, China)

Abstract: The influence of forest vegetation cover to terrestrial hydrological processes varies with the watershed size. But the accurate recognition and quantitative assessment to the scale effect are very difficult. In the paper the cause of scale effect of watershed to hydrological features is discussed, its impact mechanism and variation features are analyzed as well. The watershed size and forest distribution will change energy balance, potential evaporation, runoff components, flow's velocity and channel storage capacity of a basin. These factors vary with forest area and watershed size. With the increasing of watershed size, the forest's impact to hydrological processes gets lower and river channel's effect becomes higher. The watershed scale will turn runways of runoff as well. The ratios of groundwater will increase and surface runoff decrease with the size increasing of watershed. This change in runoff composition may influence the flood hydrographs and low-flow discharges. The optimal forest coverage and suggested ratio have been suggested based on benefit maximum rule of ecological engineering. These results will help to identify the different effects between forest characteristics and watershed's size, and can be applied to improve the estimation of forest-hydrology effects.

Key words: Forest-hydrology; watershed scale; influence mechanism; effect evaluation

封面照片: 雅拉雪山(北坡)

拍摄地点: 四川甘孜藏族自治州丹巴县东谷河河源附近, 海拔 3 500 m 左右。

拍摄时间: 2006 年 10 月。

雅拉雪山藏语全称为“夏学雅拉嘎波”(意为东方白牦牛山),系中国藏区四大神山之一。位于四川甘孜州康定、炉霍和丹巴三县的交界处,海拔 5 884 m,与它西北方向的墨尔多神山遥遥相对。山顶终年积雪,是康巴地区一座著名的神山。雅拉雪山地跨道孚、康定、丹巴三县,其西北面与塔公草原相连,形成雪山与草原交相辉映的壮美景观。雅拉雪山北坡终年积雪覆盖,秋季从丹巴县牦牛沟南眺雅拉雪峰洁白的雪山与五彩斑斓的灌木、乔木树叶一起组成一幅巨幅的风景油画。牦牛河谷海拔从 4 000 m 直下到 1 780 m,发源于雪山,植物资源丰富,原始森林遮天蔽日,遍布奇峰异石,众多的海子星星点点地散落于河谷中。牦牛河谷最著名的是它的温泉,东谷热水塘是其中最著名的。据《七世达赖喇嘛噶桑嘉措的政教业绩》记载:第七世达赖喇嘛于 1930 年离开理塘,移居泰宁(今乾宁)惠远寺。住在惠远寺的近五年时间里,每年都要到丹巴的热水塘沐浴。信徒都把此地视为吉祥之地,每到农闲时节,丹巴和其他地方的乡民,便要带上丰盛的食物,在此小住几日,每天必到温泉泡上一两个时辰。

(蓝永超)