

论文分类

地理资源

生物生态

科技与发展

资源管理

商机在线

正在载入...

正确评价森林水文效应

周晓峰, 赵惠勋, 孙慧珍

(东北林业大学 生态室, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要: 只有正确客观地认识森林水文效应, 才能在实践中实现其指导意义。论文从森林与水的关系入手, 提出要确立系统观。以我国各生态定位研究站及其他同类研究项目的多年研究结果为基础, 系统客观地分析和阐述了森林生态系统与水分循环的关系以及森林在各方面的综合调节功能。提出在西部开发中林草植被建设要考虑到水资源的科学分配; 要在保证生态安全的前提下, 所有产业“适度发展”。

关键词: 森林生态系统; 水分循环; 综合调节功能; 适度发展

中图分类号: S715.7

文献标识码: A

文章编号: 1000-3037(2001)05-0420-07

在森林与水的关系中的一些主要问题上一直存在着较大争议。在我国, 尽管从 1981、1982 年那场全国性的关于“森林的作用”的大讨论以来, 在这方面的研究已有了长足的进步, 但由于森林生态系统结构的复杂、功能的多样; 而且我国幅员广阔, 要获得不同区域不同类型之间必要的可比性存在相当大的难度; 加之在组织研究项目时还缺乏相关学科间的紧密协作, 特别是在研究途径和方法上的统筹协调。因此, 这些分歧仍然存在。随着西部开发和生态环境建设战略的实施, 近两年来, 水资源紧缺的矛盾使这些分歧再次突出显现。为此, 及时组织全国性的、多学科参与的讨论是非常必要的。而且, 更有必要在充分利用已有的定位研究所积累的大量数据的基础上抓紧组建多个相关学科紧密协作的、包含生态系统各个组织层次的大型综合研究。本文对这些分歧提出一些看法和建议。

1 确立系统观是根本

在任何条件下都应肯定: 森林是一种结构复杂、功能多样的生态系统, 它符合系统论的基本原理, 即: 系统功能决定于系统结构; 合理的、优化的结构, 可以产生良好的效应(正效应); 不合理的结构则会降低功能, 甚至产生负效应。

森林生态系统中生物与环境(气候、土壤和地质地貌条件等)的组合因地域而不同, 因而不同地域不同森林类型所表现出来的生态功能也有差异, 有时甚至相反。因此, 某一地域的研究结论不宜贸然外推。

在森林与水的相互关系中也充分反映了上述基本规律。在森林水分循环的各个环节中, 既有共性的一面, 又因地域和森林类型的多种多样而表现出差异, 甚至结论相反。

2 森林在水分循环中的作用

2.1 林冠能够截留大量降水

降水进入森林即行再分配。第一步即林冠截留，截留率（截留量占同期降雨量的百分比值）主要受降雨量与林冠郁闭度的影响。在郁闭度越高、降雨量越少的情况下，截留率越大，甚至可达 100%。在降雨强度很大，或降雨持续时间很长、林冠已饱和的情况下，则截留率趋于 0。

2.2 树干径流（干流、茎流）量不大

森林的干流量通常很小，占降水量的比值通常在 5% 以下，很少超过 10%，在我国东部的主要针阔叶树种中，栎类的干流量较大。例如：黑龙江省的蒙古栎干流率可高达 15.45%，这是它能适应干旱、瘠薄立地条件的重要原因。

2.3 林冠层使雨滴动能增强

雨滴动能决定降雨对地表土壤的冲蚀力。根据秦岭地区华山松林、亚热带杉木林及热带北缘桉树林的降雨过程的研究，当林冠高超过 7m，降雨量超过 5mm 的情况下，林冠层就不能有效地降低降雨动能，当降雨量再增大（林内开始出现因枝叶汇集作用而产生的大雨滴），林内降雨动能亦随之增大，并超过同期林外雨的降雨动能。这就是在暖温带刺槐林、热带桉树林等结构不良林分（缺灌草层，特别是缺凋落物层）内均出现地表侵蚀的原因。这也说明，为保证森林的水土保持作用，必须保护林下的灌、草层，尤其是凋落物层，使雨滴不能直接冲击土壤，从而免除水蚀危害。

2.4 森林的蒸发散能力很强

蒸发散包括两个过程：蒸发是指林地土壤和植物枝、干、叶表面的水分蒸发，这是个物理过程；蒸腾是指森林中所有植物通过叶片气孔和皮孔散发出水分的生理过程。蒸发散是森林生态系统的水分循环中最主要的输出项，又由于在蒸发散过程中要消耗大量热能，因此，它又是森林生态系统热量平衡中最主要的过程，这也是森林能调节局域温度和湿度的机理所在。

森林生态系统结构复杂，对其蒸发、蒸腾过程极难直接测定。通常采用水量平衡法、能量平衡法和水热结合法间接测算。通过对我国温带、暖温带、亚热带、热带各主要森林类型的测算，它们的蒸发散/降水比值多在 40%~80% 之间，最低的是冷杉林 (30%~40%)。

森林的蒸散量与叶面积密切相关，因此，通常森林群落的蒸散量/降水量比值高于灌丛和草地。如山西吉县试验区的测算结果为：油松林 67.3%、刺槐林 64.5%、虎榛子林 53.1%、沙棘林 52.8%、草地 42.8%、荒地 34.4%。森林采伐后，庞大林冠消失，蒸散量亦随之下降。如小兴安岭原始红松林蒸散量/降水比值为 84.1%，相邻采伐迹地（灌丛草地及杨桦幼林）为 71.4%，下降了 12.7%。

在高温地区，结构简单的森林群落其蒸散量远低于裸地。如热带北缘广东小良地区的裸地上，无植被覆盖，其热量输入是邻近的阔叶混交林和桉树林的 1.6 倍，其蒸散/降水比值高达 75.1%，复层的混交林为 69.6%，而单层结构的桉树林则只有 46.6%，这与高温抑制了植物的蒸腾而使土壤蒸发增强有关，也因为林冠的遮蔽，使林内气温降低，从而减少了蒸散量。内蒙古乌兰敖都沙区的试验也出现类似结果（表 1）。

表 1 乌兰敖都沙区不同植被条件的蒸发散比较

Table.Comparison of evapotranspirations under different vegetation conditions in Ulan Aodu Sandy Land

试区类型	裸沙地	小青杨区平均高 138cm	樟子松区平均高 69cm	小叶锦鸡儿区平均高 10cm
叶面积系数	0	2.05	5.51	0.50
蒸发散、降水+人工供水 (%)	103.9	108.4	102.1	95.1

在年降水量仅 340mm 的半干旱沙区，有植被覆盖的试区的蒸散量要低于对照的裸沙地。

树种需水性也是决定森林蒸发散量的重要因子。前面列举的各气候带中主要森林类型的蒸散量比较显示，冷杉林是最低的。表 1 结果显示，适度的植被覆盖（较之裸沙地）能有效降低蒸散量；杨树的耗水量较大，尽管其叶面积系数不及樟子松的一半，但其蒸散量仍超过

樟子松。国外的测定结果也与之一致，以每克干叶重 24 小时吸收的水量 (cm^3) 比较：冷杉为 5.1，落叶松为 22.6，桦树为 45.1，欧洲山杨为 35.5，黑杨为 50.1，也是冷杉最低，杨树最高。这也说明，从水资源的持续利用角度考虑，在树种组成中节水材料的选育还有许多工作要做。最近，利用 948 项目与 ICT 公司共同研制的“ICT-2000TE”设备能够直接测定树木活体蒸腾量，就是针对这一目标的。

2.5 森林阻滞地表径流的作用很明显

各气候带的主要森林类型中的测定均表明：森林林冠层能有效地截持一部分降水，特别是凋落物层，其有效吸水量通常为其自重的 2~4 倍，可达每公顷 11~33t；林地土壤结构疏松，有利于水分的下渗，其稳定入渗率通常是农耕地和放牧草地的 3~12 倍。因此，林地的地表径流很少发生或显著削弱。在各类森林中测定结果表明，在月降雨量不超过 80~90mm 的情况下，均未产生地表径流；次降雨量不超过 60~65mm（黑龙江省海浪河流域云冷杉林）时，无地表径流产生。

但在森林结构不良时，则出现相反情况。如广东小良地区受人为干扰的桉树林下，无草被和凋落物层，表土板结，其地表径流高出裸地 1 倍。山西吉县的刺槐林，受人畜干扰，基本无枯落物层，表土紧实，其入渗率只及草地和农田的 1/10。

森林采伐后，地表径流明显增加。温带帽儿山蒙古栎林地地表径流为 13.65mm，采伐后增至 34.4mm。热带尖峰岭的山地雨林在日降雨量 40mm 条件下，地表径流为 0.84mm，同时测定择伐迹地地表径流为 1.06mm，皆伐迹地则为 3.73mm。这也反证森林存在减少地表径流的明显作用。

2.6 森林对河流总径流量的影响长期存在争论

自 1900 年瑞士对两个小集水区进行森林作用的研究以来，美、苏、德、日等国相继对此开展研究，或用采伐先后的对比法，或用成对集水区法，或用几十条流域甚至百余条流域的综合分析，但结论不一，大致的趋势是：面积较小的集水区和流域（数十平方公里以下），森林的存在会减少年径流量，采伐森林通常可使年径流量增加数十毫米至 500mm。特别是美国水文学家多持此观点，并认为其原因在于流域面积较小时，森林蒸腾大量水分起着主要作用。面积较大的流域（数百或数千平方公里以上），情况相反，有林流域的年径流量比无林或少林流域的为多，森林覆盖率每增加 1%，年径流量增加 0.8mm 至数毫米。如：俄罗斯沿海边区 40 条山区河流 10 年观测结果经多元回归分析结论是：森林覆盖率每增加 1%，年平均径流量相应增加 1.5~

1.9mm。

至于形成上述正、负效应的流域面积大小的界限亦无公认结论，即使同一学者所作分析，亦因地区不同而不同。如：Grazynski 对美国 196 条流域回归分析结果是：西俄勒冈州的流域面积大于 150km^2 时，森林对年径流量影响为正效应；加利福尼亚西南部的流域面积超过 210km^2 的为正效应，而小于 130km^2 的则为负效应。他认为形成不同效应的原因在于：面积较大的森林能增加降水，加之森林有利于水分下渗，使林区的地下径流的比重增大。

我国自 60 年代开展森林水分循环研究以来，也已积累较多成果。关于森林与年径流量的关系因地域而不同。黄河中游子午岭地区各小流域明显表现出年径流量随森林覆盖率增加而减少的趋势。但相近的六盘山地区的渭河和泾河水系的各流域则无此趋势。岷江上游的杂谷脑河流域 (4625km^2) 和黑河流域 (7231km^2) 经过大量采伐后森林覆盖率分别下降 10% 和 15%，同期的年径流量增加了 24.76mm 和 26.27mm。相反的是长江中游（包括岷江流域）5 组多林和少林流域 ($674\sim 5322\text{km}^2$) 的对比分析，结果是多林流域的年径流量无一例外比少林流域的大，而蒸发量小，多林流域的年径流系数比少林流域的增加 33%~218%；黑龙江省松花江水系 20 个流域 ($101\sim 170000\text{km}^2$) 10 年测定的多元回归分析结果也得到相同结论，森林覆盖率每增加 1%，年径流量增加 1.46mm。

两组方法相似地域不同的采伐试验得出不同结果。中国林科院在岷江上游两个小集水区 (3.31km^2 和 2.903km^2) 进行对比试验。一个是森林覆盖率 70% 的冷杉林的有林沟，另一个是采伐迹地的无林沟。测定结果是有林沟的年径流量比无林沟的多 433.7mm。然后，对有林沟进行强度采伐，覆盖率只剩下 10%，伐后测定，年径流量减少 380mm。东北林业大学在帽儿山林区设置 3 个小集水区 (1.47km^2 、 0.16km^2 、 0.24km^2)，全是结构相似的天然次生林。第 1 个作对照，后两个分别进行 50% 的带状采伐和全面皆伐。伐前伐后进行了连续测定，结果是：采伐后年径流量分别增加 26.66mm 和 31.27mm，径流系数增加 0.4%~2.3%。

由此可见，森林对河流年径流量的增减以流域面积大小为转移的结论并不能完全肯定。以采伐森林来获得河流径流量增加的措施更不适用于所有地区，一个地区所得的结果不宜外推。

2.7 森林能有效地削减和延缓洪峰

森林通过乔、灌、草及枯落物层的截持含

蓄、大量蒸腾、土壤渗透、延缓融雪等过程，使地表径流减少，甚至为 0，从而起到削减洪水的作用。这一作用的大小，又受到森林类型、林分结构、林地土壤结构和降水特性等的影响。通常，复层异龄的针阔混交林要比单层同龄纯林的作用大；对短时间的次降水过程的作用明显，随降水时间的延长，森林的削洪作用也逐渐减弱，甚至到 0。因此，森林的削洪作用有一定限度，但不论作用程度如何，各地域的测定分析结果证实，森林的削洪作用是肯定的。

四川嘉陵江、涪江、沱江等流域的洪水过程分析表明，森林消减洪峰量为 10%~20%，最大不超过 25%。

黄土高原林区与无林区比较，森林的消洪作用更明显。有林区的洪峰流量模数比无林区的要小数十倍。有的小流域甚至小百倍，林区为 0.006~0.019，而无林区则达 0.104~2.15。洪水历程，在有林区要比无林区延长 2~6 倍以上。峰前历时，在有林流域要比无林流域滞后 3~15 倍。洪峰流量的减少可达到 71.4%~94.3%，黄土林区拦洪作用如此之大，与林下土层深厚（黄土深平均厚 50m），并具有很高的渗透性有关。

松花江水系的两条集水面积相同的漂河（森林覆盖率为 0）与陡嘴子河（覆盖率为 70%）多年洪水特征比较，无林的漂河的洪峰流量要比多林的陡嘴子河大 2~3 倍。峰前历程比较表明，尽管无林漂河的比降是多林陡嘴子河的 1/2，但多次暴雨径流的峰前历程漂河是几十分钟至 1 个多小时，而陡嘴子河则为 4~5 个小时。

经测算，四川西部亚高山云冷杉林的林地最大拦蓄水分能力可达 260~315mm，当连续降水量超过此值时，森林拦洪能力即为 0。黑龙江省海浪河流域内有林区（森林覆盖率为 75%）与少林区（覆盖率为 14%）的次降雨与径流过程比较分析表明，次降雨量不超过 60~65mm，即使降雨历程稍长也不会出现地表径流；有林区的洪峰值比少林区的低 29.24%~38.40%，而退水过程则要延后 20~48 小时。广东小良地区的水文特征也显示，混交林地的洪峰出现时间要较裸地延后一倍以上；降水最多的 8 月份 (295.7mm) 混交林地的径流系数 (9.0) 只有裸地 (24.2) 的 37.2%。

2.8 森林能补枯，有时也可能减枯

我国是典型的季风气候国家，绝大部分地区降水的年内季节分配不均，或春旱或夏旱，少雨季节的枯水径流主要靠流域蓄水补给。森林对枯水径流的作用有两类，一是在降水较多时，而且林地土壤透水性能良好，使渗透强度超过可能的蒸发散强度，则森林对枯水径流的

正效应可能突出。而在降水较少或不具备良好的渗透条件时，则有可能是蒸散耗水成为主要因素，森林的负效应就突出了。我国近些年来的研究结果证实这两类效应都存在。

松花江水系 20 个流域 10 年测定结果表明，无林流域春季（枯水）径流仅占全年径流的 6.5%~7.0%，径流深 2.65~4.35mm，而有林流域（森林覆盖率为 22%~90%）春季（枯水）径流占全年的比值为 12.5%~31.9%，径流深达 10.83~139.20mm，是无林流域的 4~32 倍。四川紫坪铺水文站自 30 年代以来的观测说明，岷江上游森林集中采伐的结果使枯水季节月均径流明显减少，50 年来枯水径流减少了 29%~47%，枯水期径流减少程度与采伐强度成正比。

海南岛三大流域（南渡江、万泉河、昌化江）地区从 60 年代以来进行了大量森林采伐，森林覆盖率下降了 20%~50%，尽管 60~70 年代的年均降雨量略有增加，但河流年均枯水流量仍然普遍减少（-14.93%~-37.90%），洪枯比随之扩大，70 年代为 60 年代的 1.5~2.0 倍。

新疆地区河流的洪枯比也说明了森林的存在有利于增加枯水流量并减少洪水量。发源于天山西部多林山地的伊犁河最低与最高的月均流量比值为 1:7，天山中部少林山地的精河为 1:21，昆仑山无林山地的玉龙喀什河则高达 1:43，这也说明森林冰川综合涵养型远远优于冰川涵养型。

但在有的地区，甚至邻近流域的测定结果也有与上述结论相反的，如：在松花江水系陡嘴子河的 4 个中等集水区 30 年观测数据对比分析结果表明，当森林覆盖率在 40% 以上的情况下，比之荒地能增加径流历时 64%，减少最大径流量 32%，同时也减少总径流量 14%，枯水期径流量也随之减少，森林覆盖率每增加 1%，枯水期径流减少 1.5~7.5mm。松花江水系阿什河上游 3 个小集水区（集水面积 2km² 以下）通过 50% 的带状采伐和皆伐后，采伐区的总径流量增加了 1.31%~9.17%，秋汛（多雨季节）径流增加了 3.61%~10.71%，而枯水（包括春汛融雪径流）径流则减少了 17.51%。

以上实例说明，森林对枯水径流是增是减，因地区和流域情况而不尽相同。某一流域的结论不宜外推，更不能强调蒸发散耗水而采用砍伐森林来增加枯水流量。

2.9 森林减少径流泥沙含量和减少土壤有机质损失的作用是巨大的

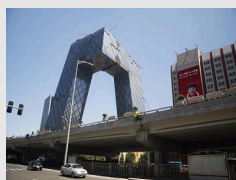
森林净化水质和改善河床状态的巨大功能

图片新闻



美发现罕见畸形小鹿 6条腿2条尾巴
罕见畸形小鹿：6条腿2条尾巴。美国乔治亚州埃弗雷特日

前发现了一只罕见畸形小鹿，竟长着6条腿、2条尾巴。最先发现这只小鹿的...



央视新大楼落成
主建筑师库哈斯直
面争议
库哈斯表示：“中
央电视台新大楼，

无论你站在哪里，从任何一个角度观看，它都不一样。” 央视新大楼...

是国内外所有测定研究一致肯定的。仅举我国最南端和最北端的两例。

海南岛山区的游耕农业是南方山区典型的“毁林开荒”方式。尖峰岭定位站的研究结果表明，毁林开荒后，使地表径流增加了 34 倍，泥沙流失量增加 501 倍，各种化学元素流失增加 28~284 倍，有机质流失量增加 296 倍，干残渣流失量增加 597 倍。

源于大、小兴安岭和长白山的松花江流域素有“铜邦铁底松花江”之美称。但自近几十年的集中采伐森林和毁林开荒以来，已使生态环境日渐恶化，其中包括严重的水土流失和河床状况的恶化。贯穿伊春林区的汤旺河的泥沙含量 80 年代就比 70 年代增加了 3.8 倍。整个小兴安岭林区水土流失面积已占总土地面积的 21.55%，而且其中有 48.73% 是属于林地的水土流失。上游的森林减少，土壤侵蚀加重，松花江河道的泥沙急剧增加，哈尔滨市松花江大桥前，50 年代根本没有沙滩，60 年代出现时为 1 300m×350m，70 年代末增至 2500m×400m，80 年代扩展到 3700m×570m，大桥原为 8 孔通航，90 年代只剩 2 孔通航。“铜邦铁底松花江”已成为历史。

3 森林是巨大的调节器

上述实例和数据仅涉及森林的水分循环。同时森林还具有防风固沙、调节气温、增加大气湿度、吸收 CO₂、排放 O₂ 和吸收 O₂、排放 CO₂、释放杀菌素、维护和增加生物多样性、美化景观等多方面调节功能。这些多种多样的调节功能，从人类需求来说，大多数属于正效应，而有的则属于负效应。

不论属于何种效应，对于任何地区、任何一种森林类型来说，多种功能是同时并存的，是综合的。只不过是在某一区域某种条件下某种功能可能比较突出而已。即使是人们按某种目标而建造的专用人工林，实际上也还是具有多种功能，只不过是人们主观上需求其某一功能而将其划归某一类别，以便于经营管理上努力使某种功能尽可能突出，以便满足人们某种需要。这就是森林多种功能的综合性和可调控性。

通常，在说明森林功能时，人们喜欢应用某种形象的比喻，如：抽水机（说明森林的蒸腾作用）、绿色水库（消洪补枯作用）、引水器（能增加降水机会）、地球的肺（CO₂ 和 O₂ 的吸收和排放）等等，确实起到了显著的宣传效果。但都只能说明它的众多功能中的某一类的一个方面，远远不够完整，不够全面。因此，过分注重这种“比喻”，尤其是在科学规划中以某一个“比喻”为依据，则往往难免产生一叶障目、以偏概全的误解。例如：“森林

是抽水机”，这是指森林的蒸腾作用。在这一点上至少要涉及以下几层作用：①因蒸腾耗水在某种地形条件下可能降低地下水位；②因蒸腾使林内及森林周边的大气湿度增加；③从而使林内及周边空间的气温下降（夏季）；④增湿降温结果使林区的水平降水和垂直降水的机会增加；⑤在有坡度的地段，森林有效地阻滞地表径流，增加下渗，增加地下径流，从而稳定或可能提高地下水位；⑥在高温情况下，森林的覆被使蒸发散甚至低于裸地，从而有效地保持土壤水分。这 6 层作用是并存的，有的是因果关系，有的是并列的。至于谁大谁小，由于所在地域的气候、土壤、基岩、地形等条件，以及年际间和季节间的降水特性而不同，目前还很难在量上做出统一回答，而且很可能永远也难于做出一个各地区都适用的统一结论。

如果我们仅仅按照某个地区某一林分的蒸腾耗水量作为惟一指标来对整个区域可能维持的森林面积限额进行推算，那就更是有失偏颇。这不仅因为某一林分的蒸腾水量的代表性很成问题，更重要的是这样做只抓住了蒸腾耗水的一面，而丢失了蒸腾的增湿降温节水的一面。

在这个问题上，与其用看似精确到 2 位、3 位、甚至 4 位数字但不具代表性的指标来推算，还不如用国内外实践及专家评估的经验数值作为依据更为恰当。例如：德国自 1922 年 Moller 通过分析提出保证国土安全的最低森林覆盖率并作为国策决定以来，其各届政府均力求保持 28%~30% 这个数值，并成为各国通用的参照。又如：我国三北和沿海地区根据多年实践和研究成果确定三北地区防护林体系总体规划森林覆盖率为 14.95%，沿海地区防护林体系规划森林覆盖率为 34.85%。而现实状况是不仅在面积上与规划还有相当大的差距，更为严重的是管理不善和林分结构不良（树种组成单一和层次单一）所带来的严峻后果。这些问题的解决，不仅仅需要在投资力度上大大加强，更需要切实严格科学的管理制度，努力提高干部素质，并加紧进一步研究耐旱抗逆的植物材料及优化林分结构。

关于“森林引水器”的说法，其中至少有两个问题需要商榷：①形成水滴的最活跃的凝结核是吸湿性凝结核，如：海沫蒸发后剩余的氯化物、燃烧后进入大气的硫化物和氯化物、含无机盐的土壤颗粒等，这些微粒的主要来源并不是森林。还有非吸湿性凝结核，如悬浮的尘粒，甚至细菌等，其主要来源也不能说是森林；②一定海拔高度的“高功能引水能力”问题，显然指降水 4 种类型中的地形雨。其成因在于迎风坡湿气团随地形上升，绝热冷却，形成降水，因此山体迎风坡，特别是中海拔地段，常成多雨中心，而森林的存在因其增湿降温作用能够促进降水机会。在山体的背风坡，由于水汽已在迎风坡凝结降落，气团下沉增

温，变得干燥，即焚风效应，如在背风坡有森林存在时可削弱焚风效应。但事实上在这种背风坡森林的存在是很困难的，如西南地区的干热河谷。顺便提及，干热河谷造林，化高价搞个点做做样子可以，但不具推广意义，更不可能持久。在上述两个过程中，起决定性作用的是大的山体，而不是森林。森林在其中能起一定的调节作用。

综上所述，是否应该肯定：从全球尺度来说，森林生态系统作为大气圈与地圈之间的一个下垫面，它的高度从几米到几十米，极少能达百米，无论其功能如何，它与以公里计算厚度的大气圈、水圈和地圈相比较，其作用的程度从空间和时间的跨度上说都是相当有限的。森林面积无论有多大，它都不可能改变大气环流的方向、基本强度和动态周期；森林的寿命无论有多长，它都不可能影响取决于基岩、气候、地形条件的土壤基本类型及其分布规律。

从区域（空间尺度 100 至数个 500km）、景观（1~10km）、斑块（10~100m）这样的尺度来说，森林在其生长发育过程中自然地能量流动、养分循环、水分循环起着多方面的调节作用，而且有些调节作用的幅度还相当大。

4 造林，一本万利，但也应该“适度发展”

森林生态系统所具有的这些多种多样的综合的调节功能是何其它工程无法替代的。尤其在干旱、半干旱地区，人类赖以生存的绿洲、农田、草牧场等等，一旦失去林网林带的护卫，都将难以存在，更谈不上可持续经营。

在干旱、半干旱地区，水是主要限制因子，并由水导致整个生态环境极为脆弱，环境承载力很低。破坏容易，恢复极难。在西部开发中，生态环境建设应该放在首位，各项产业的统筹安排和科学规划均应考虑水资源的可持续利用。因此，所有产业都应该以“适度发展”为首要原则，“林草植被建设”也不例外。以保证生态安全为主，在水资源科学分配总体方案中占有其合理的份额。

参考文献

- 1 周晓峰. 中国森林与生态环境 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1999. 83~111, 245~305.
- 2 周晓峰. 中国森林生态系统定位研究 [M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1994.
- 3 马雪华. 森林水文学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1993.
- 4 潘维涛. 全国森林水文学学术研讨会文集 [C]. 北京: 测绘出版社, 1989.
- 5 刘焯章. 森林生态系统定位研究 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1989.

- 6 李昌哲. 太行山水土保持林营造技术及效益研究 [M]. 合肥: 中国科学技术出版社, 1991.
- 7 周国逸. 生态系统水热原理及其应用 [M]. 北京: 气象出版社, 1997.
- 8 陈灵芝. 暖温带森林生态系统结构、功能的研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- 9 蒋有绪 卢俊培. 中国海南尖峰岭热带林生态系统 [M]. 北京: 科学出版社, 1991.
- 10 陈信雄. 森林水文学 [M]. 台北: 千华出版公司, 1990.

第一作者简介:

周晓峰 (1933-), 男, 浙江诸暨人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为森林生态系统定位研究和全球变化与陆地生态系统相互作用机理。E-mail: ecogroup@public.hr.hl.cn

* 国家自然科学基金重大项目 (39899370); 国家林业局重点项目 (2001-2)。

[新闻中心](#) | [环保法规](#) | [科技标准](#) | [环保知识](#) | [学术论文](#) | [商务平台](#) | [环保世纪行](#) | [绿色学校](#) | [公益广告](#) | [环保论坛](#)
[关于环境资源网](#) | [关于互联广大](#) | [网站地图](#) | [联系我们](#) | [客户服务](#) | [友情链接](#)



版权所有 2007 中国环境资源网
京ICP证020289号
webmaster@ce65.cn



全国人大环境与资源保护委员会、中共中央宣传部、财政部、国土资源部、水利部、农业部、国家环保总局、国家广播电影电视总局、国家林业局、国家海洋局、全国总工会、共青团中央、全国妇联、中国科协 等十四个中央国家部委联合举办。

中華环保世纪行
世纪行