

药姑山区森林贮水量的初步测算

王 永 安

(林业部中南调查规划大队)

为了探讨森林和水的关系,鉴定降水利用状况,1985年,在湘北临湘县县级农业区划点工作中,对全县水源区药姑山区森林贮水量进行了初步分析。

药姑山区处于湘鄂赣边界,属幕阜山余脉。山区面积160平方公里,约合1.6万公顷,其中林地面积9,300多公顷,森林覆被率51%。

药姑山区海拔由400米到1,261米。整个山体呈扇形向西开放,呈阶梯状下降。水系汇成两支:向北称长安河,经黄盖湖入长江;向西称油港河,为新墙河上源,注入洞庭湖。两河出山口处各有一水库:北支为龙源水库,设计库容8,000万立方米,最大库容约1亿立方米;南支为忠防水库,设计库容2,000万立方米,最大库容为3,000万立方米。

药姑山区属湘北多雨丰水区,年平均降水1,700毫米,最多达2,100毫米,径流深700毫米,是全县唯一的水源区。

药姑山成土母质为变质岩系的板页岩,土壤为红黄壤和山地黄壤。山上部为草甸土,土层厚度一般为30—140厘米,腐殖质1—4%。这种土壤质地松软,通透性好,保水力强,适于植物生长。

雨水降到森林里,由于土壤内有腐朽的根系、动物的孔穴、土壤团粒间隙等,构成土壤三种孔隙中的非毛细管孔隙,使森林土壤呈海绵状多孔结构,降水沿孔隙下渗,就贮在缝里。因此,森林土壤贮水量的多少,在森林植被相同情况下,首先取决于非毛细管孔隙的大小。

非毛细管孔隙的大小与成土母质有直接关系,与森林植被类型和林分年龄也有关。但就一个地区而言,常采用平均非毛细管孔隙度来代替。

药姑山林区非毛细管孔隙度,据土壤普查测定为16.8—19.3%,即在单位体积内,非毛细管孔隙度为16.8—19.3%,根据药姑山林区情况取用19%。

假定非毛细管孔隙内全部贮有水分,则降水贮量为:

降水贮量(立方米/公顷) = 地域面积 × 土壤深度 × 非毛细管孔隙度。

为了计算方便,土壤深度假定为1米,

则每公顷面积深1米的土壤最大降水贮存量为

$10,000 \text{平方米} \times 1 \text{米} \times 19\% = 1,900 \text{立方米}$

这个数值适在侯治溥先生提出的“森林土壤降水贮存量500—2,000立方米/每公顷之间。

依此计算,药姑山林区森林土壤水分最大理论贮存量(药姑山林区面积按1.6万公顷)为

$16,000 \times 1 \times 1900 = 3,040 \text{万立方米}$ 。

据水文资料,药姑山区年平均天然产水量为1.44亿立方米,即平均每公顷产水量9,000立方

米。这样，每公顷面积内被森林土壤贮存的降水量最大理论值为1,900立方米时，约占其产水量的21.3%，即涵养水源的能力为总水量的1/5左右，低于日本全国平均数35%。

药姑山区现有两个水库，一般蓄水量共1亿立方米，因此，两个水库对总产水量的利用率为70.5%。如果按最大库容1.3亿立方米计算，则利用率达到92.8%。一般讲，利用率越高，水库的建造越合理。

在水库接受的水量中，森林土壤贮存水，即经常性补给水量为3,040万立方米，约占水库总水量的30.4%。

土壤孔隙内贮存的水，因受重力影响，不断地由高处向低处缓缓流动，越往土层深处，流动速度越慢。据简易测定，在地下1米处，水的流动速度每小时只5.20米，这就是森林土壤贮存水可以不断补给水库及河流水量的原因。

由此可知，水库集水区内森林覆被率越大，土壤非毛细管孔隙度越大，森林土壤贮水量越多，径流相对越少，水库、河流水位越稳定，洪枯比不会过大。

实际上，森林土壤贮存的水是指土壤暂时贮存的水量，即降水在地下渗透过程中，森林土壤非毛细管孔隙内贮存的水分达到饱和时的瞬时水量。实际上，沿森林土壤的非毛细管孔隙往下渗透的水分，不是静止的保存在那里的。所以，上面的森林土壤瞬时贮水量，并没有反映水在渗透过程中的动态变化状况。

当降水量等于森林土壤渗透能力时，降水可全部渗入地下。这时，土壤的渗透能力应视为最大，即饱和状态。但是森林土壤贮存量与降水量、降水强度、降水持续时间却都有关系。当降水渗透到土壤中的水分达到饱和时，如果仍然降水，就开始产生径流，当降水量小于土壤贮水量时，就根本没有径流。

药姑山区森林土壤贮水量最大理论值每公顷1,900立方米，约相当降水量190毫米。根据气象资料，该地区每小时降雨极值为76毫米，那么达到190毫米的降雨量，需极值降雨时间2.5小时，森林土壤才能饱和；也就是极值雨量在2.5小时以内的水量置于土壤平面之上，可以全部渗透贮存起来。因此，凡降水量在190毫米以下，不论持续时间长短，森林土壤都可把它贮存起来，慢慢变成土壤水库，成为河流经常性的补给水。就靠这个土壤水库，河流集水区中有一定森林覆盖时，即便有较大的降水，水位仍不会上涨。

严格地讲，一个林区森林贮水量只能按森林面积或加上灌木林面积计算，而不应按整个林区计算，因为林中有荒山、荒地、新造林地、天然更新幼林地、采伐迹地和水田、旱土、居民点等。它们的土壤非毛细管孔隙和渗透力，都比森林地小得多。同时，如降水较小，雨水被树冠截留，大部分被蒸发，降水甚至达不到土壤中。因此，森林土壤贮水量与森林面积成正相关，而与一次降水量的大小也成正相关。这些影响贮水量的因素，根据药姑山各地类面积构成，其中无林地面积约占15%，因此，整个林区贮水量还要扣除这个因素，实际只有2,584万立方米。但是，当这种因素面积不大而且分布零散时，这个因素可略去不计，只在平衡用水量时，适当加大系数即可。

森林土壤贮存水分，除供自己分解土壤中有有机物，溶解无机物，使之成为可吸收性养分外，真正流入水库和河流的实际值，还没有测定，但是它与山体坡度、土层厚度和土壤中有有机物含量等有关。这些相关因素可以统称为地理因素。这些因素对贮水量的影响，也可以用一个综合系数表示。这次我们采用了15—20%，如再扣去这些影响，实际贮水量只不过2,400—2,600万立方米，约占总产水量的17—18%，约占两个水库正常水量的24—26%。

中国水土保持学会第一届理事会人选

理事长：杨振怀*（水利电力部副部长）

副理事长（按姓氏笔划为序）：

陈耀邦*（农牧渔业部副部长）

杨文治*（中国科学院西北水土保持研究所
所长）

张有实*（中国科学院综考会副主任）

阎树文*（北京林业大学党委书记）

董智勇*（林业部副部长）

秘书长：阎树文（兼）

副秘书长（按姓氏笔划为序）：

丁泽民*（水利电力部农水司司长）

何乃维*（社会科学院林业生态经济研究室）

吴书琛*（黄河水利委员会副主任）

张岳*（中共中央书记处农村政策研究室）

杨景尧*（农牧渔业部土地管理局）

徐朋*（福建省水土保持委员会副主任）

高继善*（甘肃省水利厅副总工程师）

高博文*（水利电力部农水司高级工程师）

曹延甫*（陕西省水利水保厅厅长）

霍信璟*（林业部科技司副司长）

理事（按姓氏笔划为序）：

于丹 水利电力部松辽委员会

于宗周 河北林学院

于德广 黄委会绥德水土保持科学试验站

马劭烈 甘肃省水利厅水土保持局

药姑山是湘北多雨区，但降水在季节分布上极不平衡，年平均最大变率达83%，年内较差也大。雨季（4月6日至7月6日）降雨量占全年降水量65%，且多暴雨，平均一年中有4—5天的日降雨可达100毫米。据在忠防水库测定：3日降雨量有时达424毫米，水库消落差达51%；龙源水库枯水期的库容只4,000立方米，为正常水量的50%。因此，降水不均也常是影响森林土壤贮水平衡的重要因素。

森林对大气环流，虽然不起决定作用，但它能直接影响地形雨的形成，从而起到对降水的调节和再分配作用；一般森林覆被率越高，这种作用越大。药姑山区在五十年代森林覆被率为70%，且多为次生常绿或落叶阔叶林。这种森林根系深而广，非毛细管孔隙大，当时每公顷森林土壤贮水量推测约3,000—4,000立方米，为现在理论贮水量的1.0—1.5倍。

药姑山集水区现有森林覆被中，除沟谷、陡坡尚残留小块阔叶林外，80%为人工林、次生残林、灌木林。这些森林树冠小，根系浅，非毛细管孔隙小，贮水力弱，全集水区近几年毁林开荒面积约200多公顷。森林面积的减少和森林质量下降，是药姑山区土壤贮水能力下降、径流量增大、水位消落差增大的主要原因。

水库水位的稳定，河流的清水常流，主要依靠森林土壤贮水量的大小和经常性补给水的多少。据水利部门测算，经常性补给水如能达到水库正常库容的30—50%，河水正常流量的30—40%，就能保持供水稳定；如要达到这个水平，药姑山集水区的森林覆被率不少于70%，使森林土壤贮水量不低3,000立方米。森林结构上要有一半为水源林，这样才能保持贮水量的稳定和供水平衡。这也是药姑山区的建设方向，是保证农业用水，发挥水库效益和（下转第8页）

有的是乡有制，有的是县有制，公有私营；有的还可以是股份公司，大家劳动入股、资金入股、树木入股；有的是统一规划分散经营，也有的是一家一户所有制但统一经营。我最近在西北参观，看到果树是个人的，但共同打药、修枝、灌溉，除虫都是技术员，到收获时各摘各家的苹果。所以，所有制和经营形式可以分开，不一定谁有谁管，而所有制也不应限于三种形式，可以混合，也可以联营，也可以是股份经济。譬如水利可以谁收益谁参加，受益者所有，10家受益10家所有，20家受益20家所有，大家受益大家所有。搞得灵活一点，不受过去观念的约束。这方面群众正在创造，我们也要准备。

最后，这件事情需要抓紧进行，不能丧失时机，但要估计到这项工作的艰巨性和长期性，不能指望一早上就改变面貌。要注意示范的效应，把示范工作作好，把“点”办好，让群众自己仿效，自己去推广，不搞“一刀切”，不搞“一阵风”，工作踏踏实实。地区性差异很大：同样是甘肃，河西走廊和陇东黄土高原不一样；同是西北地区，新疆的问题和内蒙的问题不一样；同样是山西，太行山和吕梁山就不一样，吕梁山属黄土高原，太行山则是普通山区。

自然条件的差异，决定了工作的多样性，也产生了我们工作的创造性。一个简单的办法，在这个地方是推广，在另一个地方则是创造。所以，长期多方面共同协作起来，形成一个协同体，林业、水利、农业的协同体，一道合作到底，不要自己把自己封锁住。

最后感谢大家这几年为水土保持工作进行的艰苦不懈的努力，对事业的献身精神；感谢从不同方面、不同学科、不同部门的合作精神和团结精神！感谢的同时祝贺大家把会议开好，把今后的工作作好！明年你们再开会，我就可以更丰富一点，讲话就有了内容了。今天就这样吧。

（上接第64页）山区优势的根本措施。

药姑山森林贮水效益，我们从两个方面分析计量：

1、水库的寿命。药姑山森林覆被率51%，以两天最大降雨300毫米计，侵蚀模数(t/km^2)为630左右，每年淤积于水库内的泥沙4年内平均为6,000—9,000立方米。如果保持这个森林覆被率，推算需880年才能淤满水库；如果森林覆被率提高到70%，则侵蚀模数为22左右，水库寿命（使用年限）可达到960年；如果继续破坏森林，覆被率下降到30%以下，侵蚀模数增加到750左右，水库使用年限不足150年。

2、农业产量效益。药姑山森林贮水量3,040万立方米的理论值，如果用于灌溉农田，除去流过程中蒸发和损失，实际到达农田的水量仅有2,020万立方米左右，即占67%。据调查，当时实际灌溉水田面积4,000公顷，按平均流经距离5公里计算，每公顷水田实际能接受的最大水量为5,640立方米。按当地多年统计，早稻供水能有60%，即3,240立方米；晚稻供水能有40%，即2,260立方米，则全年平均每公顷1.5万立方米水，每公顷水田增产效益（除去其他因素）为450—600公斤，即每公顷因水库供水产生效益共1.57—2.01吨，按水库受益4,000公顷计，总增产效益为6,280—8,040吨，以当年价格计算，20年可以收回修水库投资（水库水的工业、生活效益未计）；如按每公顷实际平均产量5.1吨计，即因水库供水使水田每公顷增产30—39%（未计水田接受的其他自然水量）。

应当指出，这个效益计量是简单的。事实上影响水库使用年限、农业产量效益的因素还很多，单因素衡量也有不少不合理之处。但为了用数量化体现森林贮水的功能和经济效益大小，概括计量仍属必要。