

# 运用农业生态系统学理论 指导治山治水和防旱防洪

——四川省长宁县相岭区水土保持区划工作试点

侯光炯

(西南农学院)

## 引言

河道淤塞的现象，近来更加严重了。淤塞的结果，河床升高，河水泛滥，酿成洪灾，使人民生命财产遭受巨大的损失，并为水利交通事业带来许多额外的负担。淤积和侵蚀结合在一起，还曾为近代农业史导演了许多美索不达米亚式的恶剧。

透过现象看本质。淤积危害的严重性，绝不只是几条江河的水患问题，也不是一般塘、库、渠、堰工程设计的得失问题，乃是以淤积为主要表征的自然界恶性循环日益加剧的根本性问题。

为什么说淤积是恶性循环加剧发展的信号呢？理由是：

1、有了由侵蚀和径流造成的水土流失，就必然有溪、河、塘、库的淤塞现象。长期而范围广泛的侵蚀，必然造成厚度越来越大、分布范围越来越广的淤积现象。侵蚀和淤积是一个事物的两个方面，其中侵蚀是因，淤积是果。淤积程度的大小应该就是侵蚀程度大小的标志。

2、风调雨顺，五谷丰登，靠的是滴水归田，使土壤能真正起到大水库的作用，有效地保蓄水源，繁茂植物。如果地板土硬，雨水下渗迟缓，就难免形成径流，引起土壤冲刷，导致水土流失。这就使宝贵的沃土变成剥蚀土体，淤塞江河，是引起洪灾的罪魁祸首。尤其令人痛心的是，地干土板不仅阻止雨水下渗，而且还促成了土内水分无限制地向上空蒸发，造成土壤蓄水数量日趋减少，随之低空大气水库也日趋干旱化。一个是水土流失引起洪灾和淤塞现象，一个是蒸发失水造成土壤和低空大气层干旱化现象，于是旱灾就是必然的结果。以上两种失水因素相互促进，并随着时间的推移而加剧，这就是恶性循环愈演愈烈的原因所在，淤积就是它们经历时间的指标。

3、进一步探索地干土板、透水迟缓的原因，又可以发现问题在于滥伐森林，使地面裸露，加大了土壤中水分和温度的日变幅，降低了土壤结构的稳定度，促进了土壤大水库的干燥化。从另一方面说，由于种非其地，种非其土，同时又重施化肥，少施有机肥，引起了用地与养地的矛盾，削弱了土壤和植物双方的代谢势与调节力。这种种都可以归纳为栽培耕作技术落后。淤积当然又是这种农业落后状态的间接指标。

在上述各项事实的启发下，我国的水土保持工作早在五十年前就已开始进行。最初成立的甘肃天水、四川内江两个水土保持试验站，都曾进行了大量防止水土流失的试验，取得了非常丰硕的成果。解放后，中央又在农业部设立了水土保持局，以加强对全国水土保持工作的领导；其后陕西、甘肃等省也纷纷成立了支局，工作阵容更加壮大，科学研究成果辉煌。我们通过学习观摩、调查访问和自己亲身实践，对水土保持事业的性质和范围也开始有了下列的认识：

1、全面实现水土保持效益的关键措施，是提高土壤下渗水分和保蓄水分的能力。做到了这一点，就能最大限度地防止侵蚀和淤积，经济而有效地利用水源，保证农业兴旺发达。

2、一切有效的水土保持措施，必须和提高土壤下渗水分能力的任何技术环节紧密结合，以保证上层各部的含水量和温度长期处于稳、匀、足、适的状态，才能保证作物生长正常，稳夺高产。

3、土壤种类不同，所处的气候、地形、水文、植被等环境条件不同，它们下渗水分的能力和冲刷沉积的表现方式就有很大的差异。为了因地制宜地搞好水土保持，必须对土壤本身的各项生理功能和生态环境特征，作极其细致的研究。根据这些研究结果，划分土壤侵蚀、沉积和渗透等生理性能类型，作为制订水土保持规划方案的依据。在按土治理的基础上，还必须进一步划分农业生态系统类型或称“水土保持区域类型”，作出各项水土保持和农业增产的规划。

问题清楚了，办法也初步有了，我们就在四川省长宁县相岭区开始进行水土保持区划工作的试点。

## 一、基本情况

长宁县相岭区位于四川省南部的长江右岸，和云南昭通地区及贵州毕节地区距离较近，地形大部为低丘和中丘，海拔在200—900米之间。南部有两条东西走向的低山，海拔一般为500—900米。全区主要河道只有由南向北的瀘江河尚可用于提灌，河的两侧分布着少数淤积严重、旱季断流的小溪，大都不能用于灌溉。区内出露的岩层：北部丘陵区多为沙溪庙组紫色岩层；中部受东西走向的倒置山的影响，低山区多为夹关组紫色岩层，轴的南北两侧依次分布着蓬莱镇组、遂宁组和沙溪庙组紫色岩层，其中蓬莱镇组出露面积最小。沙溪庙组面积较大，分布于最南部的背斜山，轴心部可见古生代的各种石灰岩，南北两侧依次分布着三叠纪飞仙关页岩、嘉陵江灰岩、须家河组沙页岩，在海拔300—450米之间。全区由上而下分布着若干个古地文期的夷平面。在这些夷平面上大都保留着灰化型的酸性紫色土，夷平面的位置越高，酸性越强，反映出新构造运动过程中，地壳上升的事实极为明显。在这些古夷平面的低洼处，也可以见到混有大量冰砾的老冲积红壤的分布。这种区域地质的特点，是本区土类繁多、肥型多变的主要原因。

本区气候温暖湿润，属中亚热带季风气候类型区域，兼有南亚热带气候类型的特征。年积温可达5,700—5,800℃，无霜期长达340多天。年雨量在1,200毫米左右。不足的是年日照量只有1,000—1,200小时，但3—9月的日照时数可达350—1,000小时，完全

适宜双季稻和各类经济作物及经济林木的生长。近年来，由于恶性循环的结果，春旱、伏旱、秋雨以及洪水等灾害常常发生，给农业生产造成一定的损失。

全区有相岭、河东、兆坪、铜锣、三江、万岭六个公社，耕地总面积为45,797亩，其中有水田33,383亩，围水田1,990亩，干田7,688亩，土2,736亩。全区农业人口43,652人（其中有劳动力20,578人），每人平均耕地约1.05亩。

## 二、调查研究的内容和方法

如果说在农业生态系统学思想指导下的水土保持调查研究方法，和习惯上的水土保持调查研究方法有什么不同的话，那么我们就想大胆地说，在农业生态系统学思想指导下的水土保持工作和大面积高产稳产的研究、设计是一回事，而不是两回事。习惯上是由下列一系列客观事实促成的：

1、在国际范围内，水土保持局和农业局是两个组织体系，在美国水土保持局的规模曾经一度比农业局还要庞大。由于这种前例的存在，新兴的水土保持事业，在我国某些地区，还不得不只由农业、林业、水利三家组织一个专管经费分配的三人小组，而技术上则是由技术人员临时组织起来的调查队承担任务。

2、中央非常重视农业区划和土壤普查工作，多年来拨出成亿元巨款举办这项工作，但是组织上农业区划办公室、土壤普查办公室、农业局和水土保持局却是独立的四个单位。

3、我们的几个农学院至今还没有设水土保持专业，因而这方面人才的培养也还没有提到议事日程上来。

近代农业生态系统学理论的出现，从根本上给予了我们很大的启发，概括起来有下列几点：

1、水土流失，泥沙淤积，虽然是气候、地形、土质、植被等因子综合作用的结果，但是最主要的根源则是雨水不能全部快速地下渗到土中。宝贵的水资源就产生了不利于农业生产、不利于人民生活的双重祸害：一方面是土壤水库无水可储，使作物失去抗旱的能力；一方面是大量产生地面径流，造成严重的侵蚀和淤积现象，直接威胁着人类的生活和生存。所以水土保持的实质应当是促进雨水下渗到土中，做到滴水归田，充分发挥水资源的作用，并将侵蚀和淤积的祸根消灭于摇篮之中。因此，我们当前的主要课题，必须是尽力创造鉴定土壤透水性能、侵蚀性能和沉积性能的方法，以此作出土壤生理分类体系，再根据这种分类因地制宜地制订防冲防淤、促渗、增产的规划方案。

2、土壤渗透性能的形成和发展，与其说是土壤物理学的问题，不如说是胶体化学的问题，再进一步说也是一个热力学的问题。如果只根据土壤物理学理论去研究土壤渗透性能，那就无法把研究结果利用到土壤生理分类学中去，也无法联系到侵蚀性能和沉积性能上来。关于这一论点的最好说明，是土壤粘韧曲线法测定结果。这个方法表面上看就是土壤水分子物理学的研究，但是不同土壤粘韧曲线型却几乎完全反映了土壤胶体化学的特性（侯光炯著：“土壤的粘韧率及粘韧曲线”，《土壤专报》1951年第1期）。

3、只有把土壤水分渗透性能的理论 and 土壤胶体化学的理论融合为一体，才能使得渗透性能有可能和土壤宜种性、宜肥性、结构性、耕作性等特性相互勾通，相互阐明。土壤发棵性的研究结果，就是一个例子（参看《中国农业土壤概论》）。从这一点出发，一切有关农业增产的途径，都有可能排除土壤透水性能方面的障碍，间接起到保持水土的作用。

4、农业生态系统学的实质是运用综合研究的方法，把生态环境因素的宏观（指气候、地质、地貌、水文）条件通过热力学和生物热力学的研究与生态系（指植物和土壤）的微观条件密切地结合起来，从而可以大大丰富分析生物运动和其它运动方式之间矛盾统一过程的思路。对水土保持工作来说，在作出土壤生理性能和生产性能的鉴定结果以后，进一步再作出水土保持区划，探明生态环境因子对土壤生理功能和生产功能的影响，使农业现代化的建设工作和防灾工作走上多快好省的道路。这里举一个例子来说明运用农业生态系统学方法，研究冲刷成因和防冲技术的必要性。譬如要鉴定坡度大小对冲刷程度的影响，照生态系统学规律办事，就应该按每一土壤生理类型的标准划分坡度等级，如黑土在坡度为 $30^\circ$ 的陡峻短坡上几乎没有什么冲刷，但同一黑土在坡度为 $5^\circ$ 、坡长超过50米的地方就可以出现严重的沟状冲刷；又如柱状碱土，只要坡度在 $5^\circ$ 左右，那怕坡长不足5米都可以产生极其严重的沟状冲刷；再如四川盆地内的各种紫色土冲刷难易程度，相差非常悬殊，遂宁组、飞仙关组在任何坡度上都是最容易冲刷的土壤，沙溪庙组则冲刷轻微，同样是遂宁组在盆地中心又比盆地边缘的易于冲刷，在这些地方，除去生物防治外，工程防治的效果是不大的。

5、生产斗争基本上是群众性的，因此，对于调查研究方法的改革，必须面向群众，面向农村，一切从简易、实用着想，研究方法更要综合化，不能多头化。在责任制普遍推行的今天，一靠政策，已见显著成效；二靠科学，群众期望殷切。从目前情况来看，群众对科学的要求，似乎着重在良种、农药与多种经营方面，对农田基本建设如防旱、防冲、防淤、防污等等，既缺乏指导人员，又缺乏行之有效的技术。所以，用简易诊断技术和仪器武装群众很有必要。我们所介绍的侵蚀、淤积和渗透等鉴定方法，就是一项初步的尝试。

6、不论是微观的研究或是宏观的研究，它的最终目的，都是为了正确制订水土保持规划方案，也是为了便于调查人员在亲自参加实施规划的过程中，进一步研究改革技术的途径。对于这一点，朱德同志曾于1956年中央召开第一次全国土壤肥料会议上指示我们：“进行有关农业生产的调查研究工作，目的是为了制订因地制宜地发展农业生产的规划，没有作出规划方案的调查，党和人民是不需要的”。这句话给我们的印象很深，震动极大。为了响应中央号召，我们曾经在1973—1983年的10年中，始终进行着改进土壤调查方法，运用调查新成果，制订调查规划技术的尝试。我们终于在最近三年内初步完成了解决水土保持和培肥地力的半旱式耕作制。这一新的技术，业已受到了广大群众的重视。

### 三、主要成果

在这里只谈三个主要研究成果：

**1、水土保持区划。**农业生态系统类型的正确识别，需要经过两个工作步骤：

第一、充分认识引起土壤变薄、变板、变干、变瘦的全部因子，以及它们对各种作物生长发育和产量品质的影响，找出它们之间的因果关系，确定恶性循环的性质、过程及其主要矛盾，作为防灾增产的研究对象。

第二、进一步把这些不同的因子联系到大气水文和土壤水文的关系上来。大气水文是指在光和热两个宇宙因素周期性变化的支配下，近空大气层水热动态变化稳、匀、足、适的程度；土壤水文则指在大气水文周期性变化的支配下，土壤各层内水热动态变化稳、匀、足、适的程度。土壤粘韧曲线研究结果早已指出，土壤粘粒结晶构造、代换性离子种类、土壤酸碱度以及施入肥料的种类，都可以影响土壤的吸水势和粘韧性。这也就是说，土壤所表现的一切生理性能，都是通过土壤吸水势的变化来表现的。举个例子来说：遂宁组紫色土的粘韧率，也就是它的吸水规律，对温度的变化和施入氮肥或磷肥的种类，都可非常敏感的在数字上反映出来（在温度部分，见1964年第八届国际土壤学会肥力组论文“鉴定土壤层次肥力特性的方法”），土壤水文运动背离了稳、匀、足、适的轨道，就会引起土壤干旱化，破坏大气水文和土壤水文之间的正常谐调关系，也必然导致近空大气的干旱化。可见大气的干旱化或降雨的分布不均绝不单纯是大气环流的问题，更多的是植被性质和土壤水分运动状况的问题。我们就是用这样的观点来进行水土保持区划工作的。

根据上述原则，水土保持各级区划的标准，暂定如下：

一级水土保持区划。这是以母质或母质层次的侵蚀性能、沉积性能和渗透性能数值为基础，参考区域气候和恶性循环的表现，划分为抗蚀、抗淤、利渗等生理功能综合性类型，依此制定大三化（指林网化，水利化和复种化）的区域规划。

二级水土保持区划。这是以公社或大队为单位，划分标准是土壤吸水势和透水性层次类型或称为土壤层次肥力类型，容易反映同类母质分布范围内，由土壤水文情况所产生的抗冲、抗淤和利渗等生理性能方面的变异，依此制定小三化（指土壤结构化、土壤腐殖化、土壤细菌化）的一般性措施。

三级水土保持区划。这是农业生态系统类型的具体研究工作，是土壤肥力的全面评价。以生产队为单位，考察水热资源在土体和近空大气层立体范围的分布情况和平衡性质，联系土壤结构和质地层次分析现状的成因，确定各小区主要矛盾的性质，从耕作制和耕作技术上研究制定解决矛盾的全面规划。

以相岭区水土保持区划为例，全区六个公社就有六个一级区，制出各区特征及其成因表（从略）。

这里应该补充说明一点，这个区的森林覆被率，过去曾经一度高达30%以上，后经过多次人为的摧残，目前覆被率仍有13%左右。这里的酸性紫色土最适合美国湿地松、茶树、杉树的种植，夹关组红紫色土，曾经是楠竹、桢楠分布区，现在桢楠已经绝迹。由于竹林内中耕松土的结果，引起了土壤冲刷，导致了楠竹退化，少数地点还引起了滑坡，这与夹关层的侵蚀性能有着密切的关系，应该予以重视。

**2、土壤生理性能测定结果。**为了探索土壤水分生理性能和养分生理性能的关系，我们做了下列试验：

利用上节所说水分生理性能的测定方法，将纯水和胡敏酸两个处理扩大为包括硝酸铵的中性液、酸性液、碱性液等五个处理，硝酸铵的浓度均为1N，酸性和碱性液是用硝酸和氨水来调整的。

从测定各项数字，可以看出下面几个事实：

(1) 抗冲力弱的遂宁组及夹关组，和抗冲力强的沙溪庙组相比，不论所用溶液是纯水或是不同pH的硝酸铵溶液，在抗蚀功能和透水功能方面都比较差。例如，就淀积时间来说，沙溪庙组只需4小时左右，遂宁组则需要6—8小时，夹关组需9—10小时；就淀积后悬浮液体积来说，沙溪庙组为8毫升左右，遂宁组为11毫升左右，夹关组是9毫升左右。高温对于这些性质的影响，是高温一律减少了三种土壤的淀积时间，但是对悬浮液体积和渗滤速度来说，高温只对沙溪庙组有利。

(2) 最有兴趣的是养分生理性能和水分生理性能之间竟然出现了相当明显的联系。如抗蚀性能最差的遂宁组，在各种pH的硝酸铵溶液中，在常温条件下不显出吸收铵的现象，在高温下又与其它两组紫色土有相同的吸铵能力。悬浮液体积较沙溪庙组体积为大的夹关组，铵吸收量也不如沙溪庙组多。

(3) 从硝酸铵试验处理中可以明显地看出，这三种紫色土都只能吸附铵态氮，而不吸附硝态氮。这说明，两种紫色土的紫色中所带的红色，不是游离态铁，而是化合态铁；它的胶体成分，也不属于低硅土，而依然是高硅土。至于遂宁组紫色土只能在高温时表现吸铵现象这一点，当然不是遂宁组活化温度范围偏高偏窄的象征。

3、一个具有水土保持实效的新耕作制。水土保持工作的生态系统观点，要求一切耕作技术都能符合抗冲、利渗的要求。这在科学上还是一个从未实现的理想，但是可能性肯定是存在的。我国古代的区田法，不就是实现这种理想的方法吗？1974年我们在四川简阳县镇金区所推行的大窝耕作法，使只能种一季包谷、亩产200—300斤的荒坡地，一次就收到年种三季、总产1,300余斤的好成绩。1975年在该区红旗六队继续推广这一方法，又使得一块不毛的石坡地，在4年内变成不走土、不跑砂，高产稳产的中上等肥土。这种方法费工、费肥，要普遍推广还是困难的，特别是在水田更无法加以采用。1977年在成都市农业科学研究所开始进行水稻半旱式耕作法的探讨，获得初步成功。随后于1980年又在长宁县相岭区继续进行这项研究工作。4年来反复摸索的结果，终于体会到土壤抗冲、利渗的关键，在于土壤结构的稳定；决定土壤结构稳定度的关键，又在于水分运动方向和方式的调节得宜。

(1) 半旱式耕作技术，首先要求在部分免耕和完全免耕的条件下，掏沟垒埂，尽量避免打乱和挤压土块；沟内必须长期积水，以保证垄埂各部始终保持湿润。这项措施的目的，是使耕作层在毫不改变原有结构的情况下，轻而易举地增加耕作层厚度，扩大表土和底部冷浸积水层之间的距离，从而保证了表层土壤透水通气，保温增肥，加大昼夜温差，缩小土温变幅，为作物生长发育创造良好的环境条件，并为作物地上部和地下部的平衡生长打下巩固的基础。

(2) 任何作物高产稳产的基本关键，在于提高土壤和植物双方的代谢势及抗逆力，使作物对水、热、气、肥的要求，随时得到适度的满足。免耕结合浸润灌溉的优越性在于借助结构的稳定，博取水、热、气、肥动态的稳、匀、足、适和胶体活性的充分发

# 水土保持的原理是恢复生态平衡

朱 莲 青

(中华人民共和国农牧渔业部)

根据多年实践中的经验教训，现在选出几个水土保持工作中的问题，谈谈我的意见。下面共分四个题目。

## 一、水土保持实质的分析

在解放初期以致解放以前，我就在搞水土保持。大家觉得水土保持这个课题很新鲜，怎么做呢？有点象“老虎吃天无从下爪”这样一个形势。其实，我们如果把水土保持这个工作解剖一下，就能得出这样一个结论：也无非如此而已。怎么解剖呢！我有三个说明：

### 1. 水土流失是陆地植物生态环境各个因素之间失去平衡的症状。

引用这个名字，英文叫Symptom，学动植物保护的人都知道叫症状，是土壤里所含的水分养分等在物质运动中的一种病态。动植物生态环境在国际上一般分为二类：一类是水生态；另一类是我们现在研究的陆地生态。水生态这个东西跟陆地生态一样，反映也是很灵敏的。水生态讲些什么呢？讲水质、水量、水的流向、水温、等等。我们陆地生态讲的是气候、地形、土壤、植被等方面。在自然状态下，各个生态因子之间保持一个自然的平衡，如果其中一个因素改变了，平衡就失掉了，它在动物、植物形态上就出现反映，因此这个就叫生态，就是生物的形态。我们普通讲生态环境因素之间的平衡就叫生态平衡。这个东西灵得很。大概在1930年时，美国的一个老师开一门植物生态学，他自己做过的工作不多，他在窗口摆一盆花，后来向阳的地方叶子长的较好。他做实验给

---

挥。具备了这个基础，施肥效果可以大大提高。

### 半旱式耕作法在水土保持方面的特殊功效是：

- (1) 沟内积水蒸发较少，不易流失，便于管理，可以起到防止水土流失的作用；
- (2) 洪水季节可以通过四周作垄，防止洪水危害，即使受到洪水淹没，也不易伤及垄顶上的秧苗；
- (3) 试验结果证明，半旱式耕作法比常法有较强的抗旱和防漏的能力，这是因为半旱式大大缩小了全田的水面，从而控制了蒸发面积，经济地使用水资源。在有局部漏水的稻田，可以筑埂截水，防止全田渗漏失水。