

兴国县主要侵蚀土壤水分含量的研究

杨艳生 姚宗虞 史德明

(中国科学院南京土壤研究所)

提 要

在水土流失区, 夏秋季节土壤因高温缺水致使水土保持植树造林难于成活。为了揭示土壤水分的变化情况, 寻求植物安全越夏的栽植深度, 对三种主要侵蚀土壤, 在不同植被下, 4—9月份进行了定点土壤水分观测。结果表明, 第四纪红土母质红壤和紫色土, 在夏秋季节, 土深30厘米左右的水分含量变化比较稳定。而花岗岩母质红壤, 30厘米以下土层的土壤水分, 明显的较上层高。同时说明地被物对提高土壤的保水能力有很大的作用, 并提出了在花岗岩流失区, 提高树木成活率的栽植方法的建议。

江西省兴国县是我国南方水土流失严重的一个县。降雨产生的动能是引起侵蚀的主要动力。当地年降雨量1,500毫米左右, 春、夏、秋、冬的降雨量分别占年降雨量的18.3%、48.8%、21.8%和1.11%。可见夏、秋两季雨量约占年雨量70%, 而且暴雨多, 降雨强度大。据1957—1962年的统计, 日雨量大于50毫米, 曾出现25次, 并出现过连续降雨36小时, 雨量达422毫米的记录。由于侵蚀的影响, 使得一部分土壤有效土层变薄, 保水能力很差, 因而在炎热的夏秋季节无植被覆盖的条件下, 土壤水分含量很低, 土温显著上升, 给水土保持生物措施的实施带来很大困难, 为此, 需要对土壤水分进行研究, 以揭示土壤水分的旬期变化, 寻求植树种草安全越夏的适宜深度。为此, 我们在该县选出有代表性的地区, 进行了定点土壤水分测定。

一、测试土壤类型和测试处理方法

测试的土壤是第四纪红土母质红壤、花岗岩母质红壤和紫色土, 前两种土壤分别在林地、草地和光板地测定; 紫色土分别在农地和草地测定。

1、第四纪红土母质红壤, 分布于盆地中河谷阶地, 是近代河流的冲积物, 地面坡度较平缓, 一般为 10° — 15° 。土壤剖面内, 土质较均匀, 土层深厚, 质地较粘重。土壤容重1.3—1.5不等, 视有机质多少和结构状况而定(见表1)。在林地、草地和光板地中, 由于草地质地较轻, 透水性较林地和光板地好(见表1、表2)。人类在这类土壤上

表1 各类土壤机械分析结果 (各粒级单位为毫米)

土壤	田间号	植被类型	采样深度 (厘米)	石 砾				各级颗粒含量 (%)						容重
				10—5	5—3	3—1	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	<0.01	
第四纪红土母质红壤	C ₁₄	松林地	0—10			2.0	3.8	23.2	22.1	5.0	9.7	36.2	50.9	1.32
			10—43			3.0	6.4	34.4	22.3	4.8	4.2	27.9	30.9	1.37
			43以下				2.8	27.3	23.7	8.7	11.1	26.4	46.2	1.38
	C ₁₇	光板地	0—11			1.6	4.0	24.9	21.7	7.0	7.8	34.6	49.4	1.49
			11—31				4.4	22.1	22.6	7.5	6.7	36.7	50.9	1.42
			31以下				3.8	19.3	20.3	8.2	6.1	42.3	56.6	1.50
	C ₁₈	草地	0—24	0.3	0.3	3.6	5.5	54.1	22.4	3.0	5.3	9.7	18.0	1.38
			24—74	0.7	0.7	2.3	3.2	56.9	20.2	3.0	5.3	11.4	19.7	1.52
			74—100	1.0	0.3	3.3	3.9	45.5	20.8	3.9	6.6	17.3	27.8	1.51
紫色土	SC ₁₁		0—20	1.2	0.6			17.6	21.0	13.0	22.2	26.2	61.4	缺
			20—45	3.7				19.9	20.1	12.8	20.3	26.9	60.0	
			100以下					25.1	23.5	9.7	18.4	23.3	51.4	
	SC ₂₈		0—5				5.1	40.5	16.2	9.9	9.7	18.6	38.2	
			5—15				4.6	35.8	16.3	8.9	11.4	23.0	43.3	
			15—25				3.3	32.5	15.3	8.4	12.5	28.0	48.9	
花岗岩母质红壤	C ₉	林下光板地	0—10	17.5	34.0	26.6	13.1	6.0	8.7	5.5	11.0	55.7	72.2	1.49
			10—60	8.6	15.1	14.0	9.5	5.3	6.7	4.7	10.3	63.5	78.5	1.42
			60以下	5.7	17.3	17.0	10.8	5.2	7.8	6.3	9.0	60.9	76.2	1.50
	C ₁₀	草地	0—16	0.9	1.9	11.2	18.5	16.0	11.5	6.8	11.2	36.0	54.0	1.35
			16—37	0.3	3.3	15.8	13.0	10.3	8.6	7.0	9.0	52.1	68.1	1.45
			37—60	0.3	1.3	11.6	10.5	7.8	6.8	6.3	6.6	62.0	74.9	1.45
			60—76	0.7	5.2	15.1	10.5	8.5	6.6	3.9	8.0	62.5	74.4	1.54
			76以下	12.3	21.6	13.7	11.0	5.8	7.5	4.3	7.3	64.1	75.7	1.54
	C ₁₃	松杉林地	0—47	7.7	13.4	14.7	2.4	42.3	13.1	5.5	11.3	25.4	42.2	1.26
			47—73	5.0	13.4	15.4	2.3	41.8	10.3	5.9	11.0	28.7	45.6	1.67
			73—107	2.0	7.5	15.3	2.0	28.9	16.5	3.7	8.8	40.1	52.6	1.67
			107—140	2.4	7.1	15.6	2.0	30.3	15.0	4.3	8.1	40.3	52.7	1.67
		红土层	11.0	15.3	22.6	15.1	8.3	10.2	5.2	11.6	27.0	43.8	缺	
		砂土层	11.4	11.4	12.6	17.2	26.7	24.6	7.6	8.8	2.5	18.9		
		碎屑层	8.3	10.8	12.4	16.9	30.3	23.8	6.6	6.5	3.5	16.6		

的不合理干扰频繁，使土壤表面无明显的有机质积累。

2、花岗岩母质红壤，多分布于高丘或低山区，地面坡度一般15°—30°。土壤风化层深厚，底层或C层土壤质地粗，砂粒含量高（见表1、表3）。本测试土壤均保留A层或B层，因而胶粒和物理性粘粒含量较高，但同时含有多量的砂粒（见表1），尤其

光板地表层砂粒含量更高。林地和草地有一定的有机质累积，因而表层土壤容重较小（见表1）。

表2 不同渗透时间 (t) 的渗透速度 (v) 比较

土 类	田间号	关系方程 $V = ae^{-bt}$ 中的常数项值		不同渗透时间(分)的渗透速度(毫米/分)				植被类型
		a	b	1 分	5 分	30分	60分	
第四纪红土 母质红壤	C ₁₄	0.86	1.162	2.75	1.09	0.89	0.88	林地
	C ₁₇	1.10	0.821	2.50	1.30	1.13	1.12	光板地
	C ₁₈	2.20	1.737	12.50	3.11	2.33	2.26	草地
花岗岩 母质红壤	C ₆	3.30	0.678	6.50	3.78	3.38	3.38	光板地
	C ₁₀	0.60	2.526	7.50	0.99	0.65	0.63	草地
	C ₁₁	0.30	2.813	5.00	0.53	0.33	0.31	林地
紫色土	C ₁	0.31	2.876	5.50	0.55	0.34	0.33	草地
	C ₂	0.30	3.037	6.25	0.55	0.33	0.32	农地

表3 花岗岩母质侵蚀红壤不同土层粘粒含量

土 层	网纹层	B 层	红色风化层	淡红黄色风化层	灰白色碎屑层
粘粒含量(%)	55.4	42.3	22.8	10.1	5.4

3、紫色土，分布于浅丘地形部位，多数属碱性紫色土。除在坡脚有较厚坡积物外，在坡面上由于侵蚀作用，土层较薄。耕种紫色土多为梯地或坡式梯地。发育得较好的紫色土，粘粒含量较高，透水性不良。

在南方水土流失区，不论植树种草还是旱地的作物种植，在冬春季节一般不致出现干旱威胁，缺水期主要出现在雨量多、气温高的夏秋季节。因此，土壤水分测试时间选取4月下旬至9月上旬，每隔10天定点取样，并取三次重复。采样深度均为0—5厘米，5—10厘米，以下每隔10厘米取样，只要土壤厚度许可，取样深度都达到1米以上。从各类土壤的水分测试结果可见，在土深约50厘米以下，水分含量趋于稳定，因此，只择取50厘米以内的土壤水分，求得0—10、10—30、30—50厘米层段内水分含量的平均值。以下为简便起见，分别称以上各层段为上层、中层和下层。以这些层段的水分含量为纵座标，测试时间为横座标，绘制出土壤水分含量变化图。由于根据实测数据点画的这些二维座标图，呈现犬牙交错，难以辨认和进行比较，因而采用了滑动平均法，对所绘制的土壤水分含量变化曲线进行5点滑动平均，使该曲线平滑，并作出相应的水分含量变化趋势图，以便进行不同类型土壤水分变化趋势的比较。

此外，土壤水分含量的变化，不光与土壤机械组成、容重等有关，而且也可从土壤

水分的渗透情况得到部分的反映,因而对各测试土壤点,利用渗透筒法,进行土壤水分的渗透测试,并作出不同渗透时间与渗透速度的关系曲线和相应方程。这是一个指数方程,数学形式是 $V = ae^{b/t}$ (其中 V 是渗透速度(毫米/分), t 是渗透时间(分), a 、 b 是确定的常数项)。在表2中列出各测试土壤的渗透方程式以及不同渗透时间的渗透速度,供在讨论土壤水分含量变化时参考。

二、土壤水分含量及其变化特点

讨论土壤水分含量及其变化,首先要从不同土壤类型,结合不同土壤深度和植被类型,并联系土壤的基本物理性质来进行。

(一) 对于第四纪红土母质红壤,从测试结果作出的土壤水分含量变化图看出(图1),

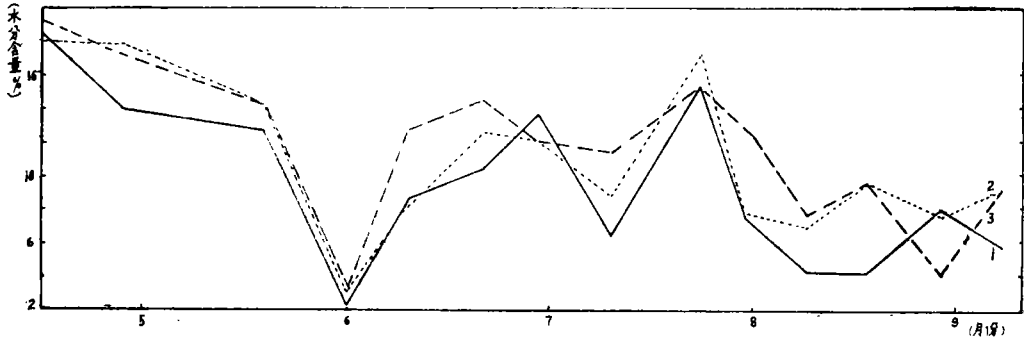


图1 第四纪红土母质红壤林地土壤上(1)、中(2)、下(3)层土壤水分含量变化比较

不论是林地、草地还是光板地,也不论是上层、中层和下层,土壤水分含量变化一致,大小相近,变幅相当;并且还看出,上、中、下三层土壤水分含量均小于20%,大部分时间的土壤水分含量为8—18%,表层最低值为2%,中层最低值为3%。6、7、8月份水分含量变幅如表4。这一情况可能说明,第四纪红土母质红壤的不同植被对土壤水分含量无明显影响。从表面上看,在不同植被下,土壤水分含量无大的差别,但必须考虑到如下情况:

表4 第四纪红土母质红壤土壤水分含量(%)变幅

变 幅	6月			7月			8月		
	上层	中层	下层	上层	中层	下层	上层	中层	下层
最 高	15.0	15.2	16.5	18.0	17.0	16.5	15.0	14.3	15
最 低	2	3	4	7	13	13	3	4	5

1、由于这类土壤分布区是居民集中区,地面平坦,人类活动频繁,人们常在林地、草地上拣枝叶、挖草兜、铲草皮等,使得林下净如光地,草地上仅有深根茅草生长,因而地表无明显的有机质累积。

2、从表1可见,林地和光板地质地较粘重,而草地质地较轻,在一般情况下,若不考虑植被的影响,有机质含量不高时,轻质地土壤的水分易损失。而现在较轻质地的草

地土壤和质地较重的林地土壤水分含量相当，说明草地植被对于水分的保持起到一定的作用。林地和光板地的土壤水分并无明显差别，这说明在松林下的光板地与无林光板地的水分变化基本相同，证实了地被物的存在对土壤水分的保持起到重要的作用。

3、从表2可见，草地透水性较好，林地和光板地地表均无地被物存在，土壤质地比较粘重，因而和草地比较透水性较差，而且草地土壤的水分渗透速度约为前者的2倍（见表2）。从而也证明，草地土壤不光有较好的透水性，也有较好的保水能力。

图2（是用滑动平均法得到的）表示这类土壤中层水分含量的变化趋势，也大致反映出林地、草地和光板地水分含量的差异是不大的。

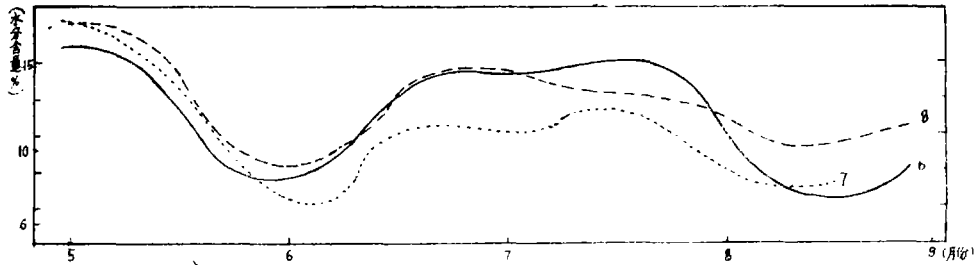


图2 第四纪红土母质红壤草地（6）、林地（7）和光板地（8）土壤剖面中层水分含量变化趋势比较（用滑动平均法得到的曲线，以下图4、5、6同）

（二）对于花岗岩母质发育的红壤，从测试结果可以看出，林地和草地的土壤水分含量明显的比光板地高；前者水分含量高达27%，后者还不足20%；前者多数时间的水分含量在20%左右，而后者仅12—16%。这类土壤水分含量的明显特点是下层水分含量高于中层，而中层又高于上层（图3）。这一情况的出现是与人们的一般认识相一致

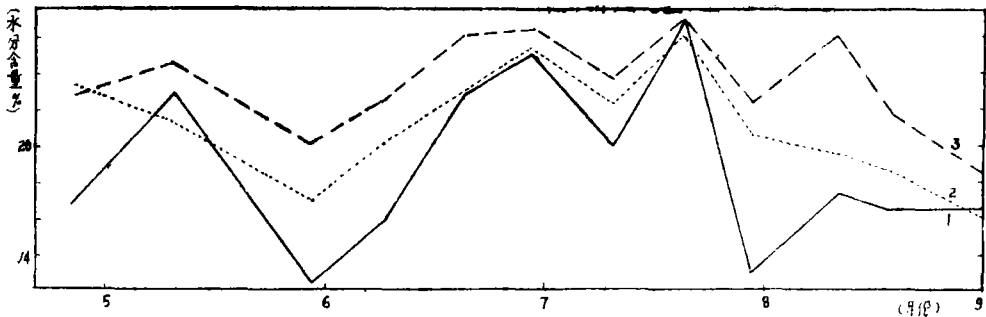


图3 花岗岩母质红壤林地土壤上（1）、中（2）、下（3）层土壤水分含量变化比较

的。从表1可以看到，这类土壤均保留有较完整的A层或B层，土壤胶粒和物理性粘粒含量均较高，但同时又有相当高的砂粒含量，这就使得这类土壤粘中带砂，如果由于侵蚀，土表形成一层砂砾层时，就有滞留水分的作用。从土壤表层容重（表1）可以看出，林地最小，草地次之，光板地最大，说明林地、草地较之光板地也有较明显的有机

质累积，土壤结构也较好，这就更有利于土壤保水。由表2还可看到，林地、草地和光板地，土壤渗透速度在开始时并没有大的差别，但稳定后的渗透速度林地最小，这可能与林地下层土壤容重较大有关。

应该说明，测试区的这类土壤，虽然经受一定的侵蚀，但都还保留A层或B层，如果C层（红砂土、白砂土、碎屑土层）出露，这一土壤的砂性很重（见表1），透水性虽好，但保水性极差，土壤水分条件将更差。

图4说明这类土壤林地、草地和光板地中层的水分含量变化趋势。林地和草地大部分时间的土壤水分含量大于18%，而光板地的水分含量均在17%以下。

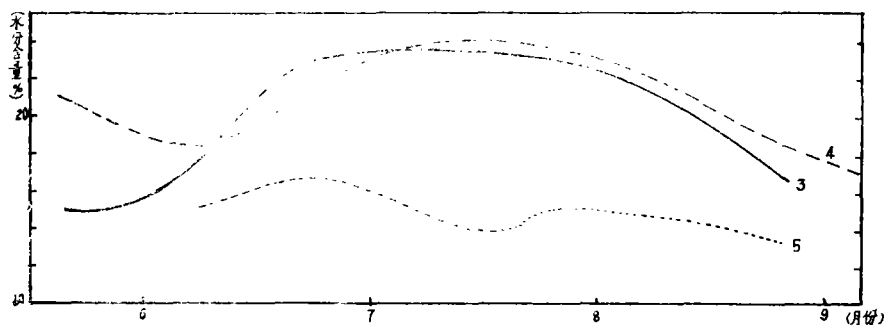


图4 花岗岩母质红壤草地（3）、林地（4）和光板地（5）土壤剖面中层水分含量变化趋势比较

（三）紫色土不论是农地还是草地，土壤水分变幅基本相同，含量大小相近。土壤水分最高量20%左右，表层最低量为3%，但中层土壤水分，尤其是农地早期的中层土壤水分，较上层显著提高，最高量为24%，最低量在10%以上；但中层和下层的土壤水分大体相近。在测试点未采土作机械分析，其机械组成可参见表1中所列类似地点的分析结果。从土壤渗透速度看，农地与草地的渗透性也基本相同。

图5可见，紫色土草地和农地中层土壤水分含量变化趋势，显然水分含量大小相近，变化一致。

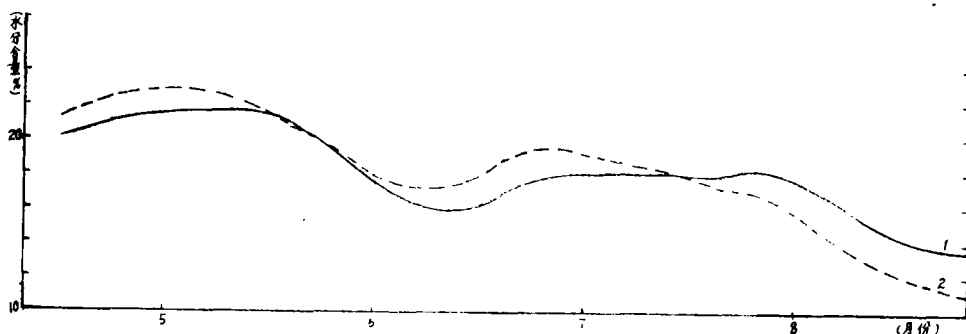


图5 紫色土草地（1）和农地（2）土壤剖面中层水分含量变化趋势比较

从上述讨论可以看出如下的水分变化特点：

- 1、土壤水分随土层深度而变化，上层土壤水分变幅最大。从时间上看，7、8、9

三个月变幅最大，9月至次年4月变化较平稳，随土层加深干湿变幅减小，各层间含水量差异变小，底层土壤水分比表层高。

2、土壤类型不同，土壤含水量有差异。花岗岩母质红壤的林地、草地含水量高于相应的其它类型，不同土类的光板地含水量大体相同。值得注意的是，紫色土地中层土壤含水量高于下层，这是由于耕作熟化使中层土壤结构改善，有机质含量提高，从而增强了这一层次的保水能力。图6说明不同土壤的草地，中层土壤含水量的变化趋势，同时反映出花岗岩母质红壤类型含水量最高，紫色土次之，第四纪红土母质红壤最小。

3、植被类型对土壤水分有明显的影响，这可从图4得到说明。

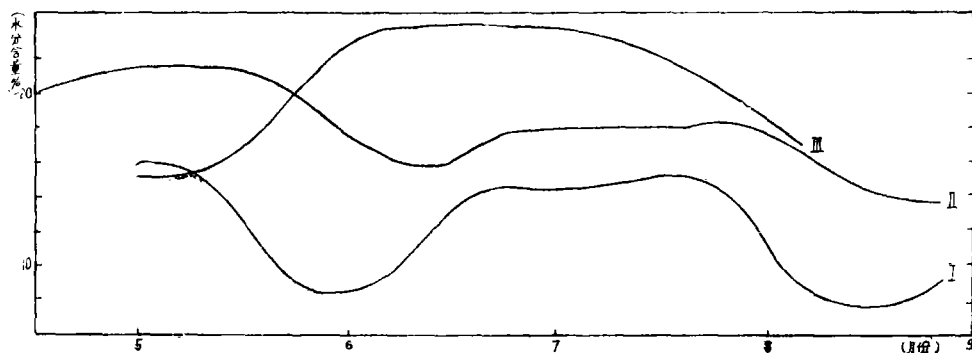


图6 第四纪红土母质红壤 (I)、紫色土 (II) 和花岗岩母质红壤 (III) 草地土壤剖面中层水分含量变化趋势比较

三、结果及讨论

从上述讨论中可以得到如下的启示：

(一) 对于严重水土流失区，尤其是在植被很差的条件下，土壤含水量常在20%以下，而且在极旱时，甚至深达30—50厘米，含水量也仅5%左右。比较而言，花岗岩母质红壤的最低含水量最小，这就是花岗岩流失区植树种草成效甚小的主要原因之一。

(二) 在水土流失区造林植树，其栽植的深度应因土而异。从水分条件看，第四纪红土母质红壤和紫色土，30厘米上下的土壤水分变化较小，而花岗岩母质红壤30厘米以下的土壤含水量比上部更高。因此在花岗岩区植树不宜采用一锄法。我们建议在花岗岩严重水土流失区植树时，1、应择较粗壮树苗，以深栽为好；2、为确保成活和正常生长，最好挖穴客土栽植；3、倘若栽植的幼苗太小时，应在栽植区辅以工程措施，如谷坊、鱼鳞坑、水平台地、水平沟等，借以蓄水保墒，确保树苗安全越夏。试验说明，采用谷坊植树和一锄法植树相比，7年后的马尾松，前者平均株高2.15米，而后者仅0.65米，而且生长发育极差。

(三) 植树种草，增加土壤表面的地被物，是提高土壤保水能力、增加土壤有机质、改善土壤结构和其它土壤性状的根本措施，也只能这样，才能恢复土壤的生产力，逐步提高土壤资源质量，改变不利的生产条件。因此，在水土流失区拔兜、铲草皮、清除地被物的做法，都无利于水土保持，应予制止。

影响土壤水分的因子是很复杂的，上述内容只是从一般情况进行粗浅的讨论。土壤水

水分必然和各气象因子以及土壤的其它性质有关，取样时间和周期，以及测试方法等也还有待改进。

STUDY ON THE WATER CONTENT OF MAJOR ERODED SOILS IN XINGGUO COUNTY OF JIANGXI PROVINCE

Yang Yansheng Yao Zongyu Shi Deming

Nanjing Institute of Soil Science

Academia Sinica

Abstract

In soil erosion areas of southern China, it is difficult to grow trees and grasses for soil and water conservation in summer and autumn as temperature is too high and water content is too low. To determine suitable water situation of soils and to decide the optimum depth for planting and seedling, stationary observation of the water content of three soils under different vegetation was carried out during April to September of raining season. The results were shown that the change of water content under 30 cm in the profile is stable in soils derived from quaternary red clay and purple shale during experimental period, while the marked variation are occurred in soils from granite moreover, mulches may show important effect on the improvement of the capacity of soil reserving water. Finally, proposals to enhance survived rate of the seedling in granitic soils were advanced.

水土保持三字经

项南 温秀山 张渝民

(中国共产党福建省委员会)

责任制，最重要；	一座山，一口塘；
严封山，要做到。	养肥猪，吃生料。
多树种，密植好；	电饭煲，是个宝；
搞工程，讲实效。	小水电，就是好。
烧煤炭，办沼气；	穷变富，水土保；
节柴灶，推广好。	三字经，永记牢。