

# 关于水蚀风蚀交错带植被 建设中的几个问题\*

侯庆春 汪有科 杨光

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
(水利部)

**摘要** 植被建设是水蚀风蚀交错带生态环境整治的重要手段。神木试区针对该地区植被建设中的低效林草地改造、集流造林技术等重大问题开展试验研究,并对这一地区的植被建设提出了建议。

**关键词** 水蚀风蚀交错带 植被建设 低效林草地改造 集流造林

## Several Problems of Vegetation Construction in Criss-cross Belt of Wind-water Erosion

Hou Qingchun Wang Youke Yang Guang

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, 712100, Yangling District, Xianyang Municipality, Shaanxi Province)

**Abstract** Vegetation construction is an important way for ecological environment administration in wind-water erosion criss cross belt. The vital problems in vegetation construction, such as remaking forest and grass land of less benefit, the techniques of gathering runoff for afforestation are studied in Shenmu experimental area. Some proposals are put forward for vegetation construction in this area.

**Keywords** criss-cross belt of wind-water erosion; vegetation construction; remaking forest and grass land of less benefit; gathering runoff for afforestation

水蚀风蚀交错带位于长城沿线,黄土高原与毛乌素沙地、腾格里沙漠的交接地带,是典型的生态过渡带与生态脆弱带。总面积约 $1.4 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。自50年代以来,这一地区就是国家生态环境综合整治的重点地区。随着神府—东胜煤田的开发,其生态环境整治的重要性与日俱增。在“八五”时期,为加强这一地区的环境整治,设立了“神木水蚀风蚀交错带生态环境整治技术及试验示范研究”的国家科技攻关项目。在神木县西沟乡设立了试验示范区(简称神木试区)。经过几年攻关,于1995年通过验收。

植被建设是这一区域生态环境整治的主要手段之一,也是试区的重要内容。我们围绕集流

收稿日期:1995—12—10 \* 本文为国家“八五”重点科技攻关项目“神木水蚀风蚀交错带生态环境综合整治技术与试验示范研究”的研究内容。

林草业、低产林草地改造等问题,在试区做了大量试验研究,取得了较大的进展。

## 1 试验概况

神木试区属陕西省神木县西沟乡管辖。试区为一完整小流域,流域内辖有4个自然村。总面积为6.89km<sup>2</sup>。“八五”期间,在流域内以六道沟村为主体建立了面积190hm<sup>2</sup>的试验示范区。

神木试区位于毛乌素沙地与黄土高原两大自然生态区之间的过渡地带,生态环境表现出很强的过渡特征。地貌类型为片沙覆盖的黄土丘陵,由于严重的土壤侵蚀作用,地形支离破碎,沟壑纵横。沟间地占流域总面积67%,沟壑占33%。沟壑密度(长度大于100m)为6.45km/km<sup>2</sup>。覆沙呈斑块状,面积大小从不足1hm<sup>2</sup>到10余hm<sup>2</sup>不等。沟壑覆沙厚度从几米到几十米,盖沙面积占15%左右。试区内梁峁坡较缓,大部分小于15°,沟坡陡峭,一般大于25°。地面组成物质有风积沙、新黄土和老黄土,不少地面出露钙质结核。基岩为中生代沙岩,埋藏有煤层。气候为中温带半干旱气候,年际年内变化剧烈。冬春季干旱少雨,多风沙,夏秋多雨,且多暴雨。多年平均降水量为437mm,年内及年初间变化较大。7~8月降水量最多,约占全年降水量50%以上,12月至下年4月降水量不足全年的5%,年际间降水量变化更剧烈,枯水年与丰水年可相差4~5倍。蒸发量约2000mm,干燥度1.8。年均气温8.4℃,≥10℃的活动积温3248℃,无霜期153d,8级大风日数13.5d/a,尘暴日数10.6d/a。地带性土壤为黑垆土,由于严重侵蚀作用,黑垆土层侵蚀殆尽,现在主要土壤类型为绵沙土、硬黄土、红黄土以及在沙地上发育起来的风沙土,由于土壤机械组成粗,保水保肥能力差,土壤水分状况与肥力状况相比要好些,一般来说,林草地土壤中尚有一定数量的剩余有效水,可达50~100mm,神木试区位于森林草原和典型干草原的过渡地带,其植被类型属灌丛草原,组成成分较复杂,在历史上,神木试区及其周围地区曾有过水草丰盛时期,由于明代、清代屯垦成边,大量内地居民迁移此地,开荒种地、放牧,自然植被遭到严重破坏,森林植物条件恶化,到目前,天然灌丛也被破坏殆尽,草本植物也严重退化。目前的植被是近20~30年间营造的人工植被。残余的天然草被,有长芒草、短花针茅、达乌里胡枝子、茵陈蒿、阿尔泰紫菀等;沙地上有沙竹、沙米、沙蒿、牛心朴子等。天然灌丛呈零星分布,有山榆、文冠果、玉茅、侧柏等。人工植被有沙柳、柠条、紫穗槐、旱柳、刺槐、小叶杨、草木樨、苜蓿等。

## 2 研究工作进展

### 2.1 灌木林更新复壮技术

试区中灌木林是防风固沙林的主体,占林地总面积78%,也是目前防风固沙的优良植被类型。解决好占灌木林中61%的低效林是试区植被建设的重要内容,将对试区的水蚀风蚀起着决定性的作用,由于柠条林占灌木林总面积的78.6%,所以成为重点。

传统的灌木林复壮技术为贴地面平茬,但在水蚀风蚀区,这种方法势必造成平茬初期较大的风蚀,这一点已为我们的试验所证实,所以,在灌木林平茬复壮中采取了高平茬技术,其具体方法是在距地表30cm处去掉枝条及分枝,其效果如表1。

由表1中可见,高位平茬的当年和第2年冠幅较大于其它处理,生物量有明显提高,第1年是对照(即未平茬)的2.2倍,第2年是对照的4倍,这是由于平茬后留下的枝条上,分枝多的缘故,距地面20cm处的风速测定也说明高位平茬的效果,其风速虽略高于对照,但比低位平茬低24%~38%,第2年略高于对照8%,但比低位平茬低34%~41%。这种方法既能保持有效地降低风速功能,也提高了生长量。在高位平茬的同时喷施生长激素,仍可进一步提高其生长量,喷

施生长激素的比未喷的提高30%。

表1 老化柠条林不同平茬处理及效果

处 理	分枝数(个/丛)		生物产量(kg/丛)		冠幅(cm)		平均风速(m/s)	
	第1年	第2年	第1年	第2年	第1年	第2年	第1年	第2年
高位平茬	36	36	1.1	1.6	80×100	110×100	3.8	4.5
低位平茬	12	20	0.6	1.8	30×27	40×35	6.2	7.6
高位平茬喷施	38	43	1.2	1.8	90×110	120×130		
低位平茬喷施	13	28	0.8	0.8	30×35	60×65		
隔带平茬	14	21	0.5	0.9	22×21	40×50	5.0	6.8
隔株平茬	11	17	0.5	0.8	20×20	35×46		
对 照	17	9	0.5	0.4	60×80	60×75	3.4	4.9

## 2.2 衰败草地改良技术

衰败草地是指由于生长时间长、生物产量低的人工苜蓿地,其在人工草地中占有较大比例,约占62%,形成衰败草地的原因是多年老苜蓿地由于前期生物产量高,耗水量大,土层内土壤水分接近凋萎湿度。据测定,衰败草地面积在旱季末,200cm土层内土壤含水量只有3%~4%,其中0~100cm土层内只有3%。雨季末,土壤含水量恢复深度只有50cm以下仍然为3%~4%。即使在50cm之内,土壤水分也只恢复到5%左右,其次,由于多年老苜蓿地地表板结,土壤入渗差,产生较多径流。据测定,年径流深达80~90mm,较农田多70%以上。由以上不难看出,多年生老苜蓿地的生长只靠当年有限的入渗水来维持。针对这一情况,采用打破地表板结层增加入渗,提高土壤含水量,可提高生物产量。根据试验,打破地表板结,可使苜蓿产草量增长一倍,水分利用效率由原来的 $2.55\text{kg}/\text{mm}\cdot\text{hm}^2$ 提高到 $4.65\text{kg}/\text{mm}\cdot\text{hm}^2$ 。多年生老苜蓿产量低的另一原因是土壤贫瘠,这是由于苜蓿作为饲草,收割后营养元素也随之带走,得不到补充,导致土地营养元素缺乏,这也是苜蓿低产的一个原因。施肥试验证明了这一点,以破土为对照,开展了破土增施肥料对比试验,结果表明,不论增施N,还是P都有明显的增产效果。增施肥料比单纯破土的对照小区提高产草量35%~50%,水分利用增加了45%。衰败苜蓿地土壤水分恢复是解决老苜蓿地低产的根本途径,已经衰败的苜蓿地翻耕后,种植浅根性禾本科农作物或禾草,土壤水分定位监测表明,在种植农作物前提下,经过了3年时间,5m土层内土壤含水量可恢复到一般农田水平,即可达到10%左右。比黄土高原其它地区恢复速度快得多,其原因是土壤粗颗粒比重大。

## 2.3 人工乔木林改造试验结果

试区的人工乔木林 $27.65\text{hm}^2$ ,集中分布于覆沙地段。由于其郁闭度小( $<0.3$ ),长势呈小老树状,林下沙地仍处于流动状态,一遇大风成风蚀沙源,在沙面上有扬蚀的水状波纹存在,为加速林木生长,提高郁闭度,开展了施肥试验和平茬试验。

试验设在17年生的小叶杨林地,树高3~5m,胸径2.4~4.0cm,林下活地被物盖度小于0.1,无死地被物,林地为流沙,水状波纹明显,试验前测定土壤含水量为6%,施用的肥料为N、P、N+P 3种处理,施肥深度30cm,施肥量为 $225\text{kg}/\text{hm}^2$ (折合纯量),N:P为3:2,结果表明,施肥效果相当明显,树高年生长量比对照高40%~130%,冠幅增加30%~50%,胸径增加41%~110%,各种处理的效果为 $\text{N}>\text{NP}>\text{P}>\text{CK}$ ,但是,应当提出,施肥后的第2年,林地土壤含水量急剧下降,只有2%左右,是否能持续改善植株生长仍是一个问题。

在上述同样林地中进行了平茬试验,结果表明,施肥后平茬可以大幅度提高林木的郁闭度和生物量。因此,我们认为,对那些无望成材的低矮乔木防护林,可以实施施肥后平茬乔林灌状培育。

#### 2.4 集流蓄水造林技术

土壤干燥造成水分亏缺,一个很重要原因是地表径流过大,据观测,神木试区的年径流深在50~127mm,随不同土地利用而有差别,所以,拦蓄径流,强化入渗是解决造林种草水分不足的最为现实的办法,为此,开展了集流蓄水造林技术和研究。

表2 隔坡反坡水平阶的减流效果对比(1992)

处 理	径流量 m <sup>3</sup> /(km <sup>2</sup> ·a)	与对照相比较 (%)
3m 间隔	23 376.6	26
1m 间隔	25 697.0	28
老苜蓿	91 593	100

集流蓄水造林技术,是采用坡面工程和造林前整地相结合,以拦蓄坡面径流,具体方法是把造林地沿等高线修成宽为1m的反坡水平阶,水平阶的反坡5°~8°,每条水平阶之间具有一定的间隔带,为探索其间隔宽度,做了间隔1m,2m和3m 3种处理,水平阶面上种植灌木或牧草,试验结果如表2,由表2中可

见,隔坡反坡水平阶的减流效果达70%以上,由于拦蓄径流,增加了土壤水分,生物量有较大增加,比对照小区高200%~209%,达6 000多kg/hm<sup>2</sup>。

在整修反坡水平阶时,把里侧挖方表土用于外侧填方,使表层肥沃土壤集中使用,也增加了肥力,这也可能是提高生物量的一个原因。

### 3 关于几个问题的看法

神木试区位于黄土丘陵和毛乌素沙地的交错地带,其地貌为覆沙黄土丘陵,是典型水蚀风蚀交错带,其植被建设现状及存在问题在本地带具有很强的代表性。通过神木试区的研究可以看出,水蚀风蚀交错带的植被建造模式与黄土丘陵区不同,也与毛乌素沙地不同,它包括以下方面:

#### 3.1 关于落叶乔木的地位及优势树种问题

60年代和70年代,在水蚀风蚀交错带营造了大面积速生落叶乔木林,经过20~30年的验证,现已形成大面积“小老树”。其形成原因,除了人为因素外,最重要的因素是水分亏缺和养分不足,根据神木试区的观测资料,“小老树”林地土壤含水量一般为5%~8%,剩余有效水量不多且未能利用,在施肥后第2年土壤含水量急骤下降到只有2%,这表明林地有效水已消耗殆尽,达到无水可用的程度。这种改造虽然在短期内(2~3年)提高了生长量,但是,对于生态和经济效益的持续作用来说,意义不大,其次,在水蚀风蚀带其造林的主要目的是防治风沙与水土流失,这就需要一定密度(郁闭度)和地面覆盖物,但是,密度大则水分满足不了需求。所以,试区内的小叶杨郁闭度小于0.3,其防治风蚀效果不佳,据测定,小叶杨林地迎风面平均风蚀深度为1.91~4.68cm/a,相当于每平方公里每年吹失 $1.9 \times 10^4 \sim 4.7 \times 10^4 \text{m}^3$ 沙,这一数字十分惊人,所以,此类林地缺乏生态防护效益,可以认为在这一地区的覆沙黄土丘陵地形上不宜以速生落叶乔木作为防风固沙的水土保持树种,而用于营造大片人工林,但是,并不是否定这一树种在本区其它地形上的应用价值。速生落叶乔木树种需要较多水分和较好肥力,才能保证其生长,应作为四旁造林的主要树种,或选择有外来水源和肥源补充的地段,培育速生用材林,以解决农村用材的需求。六道沟流域中四旁树主要为速生杨树、旱柳等,其蓄积量占到全流域的

95%，成为当地群众用材的主要来源。

这一地区的主要造林树种应以灌木和常绿针叶树为主。尽管常绿树种中的油松、樟子松等都是乔木，其相对地要比速生落叶乔木耐旱、耐瘠。其次，由于其全年不落叶，是防治冬春强烈风蚀的优良树种，当然期望在恶劣环境中速生是不可能的，在流域相邻地区10多年生油松只有1.5m高，但是，当要求生态效益时，就不能过份强调木材，其次，试验结果表明，只要稍加人为管护，灌木就能旺盛生长，而且持续较长时间，形成稳定的防护植被，所以本区的主要造林树种应是灌木和常绿树种，并建立常绿树种—灌木(草)、灌木—草混交的各种类型，这将是该区以后防护林中的主体。

### 3.2 关于密度问题

由于该区降水量少，再加上水土流失与强烈蒸发，水分不足是植被建设的重要限制因子，据“八五”期间测定，在现有林草地密度不大(乔木林 $<0.3$ ，灌木林大多数为 $0.4$ )的条件下，在旱季末老苜蓿地上层50cm土层内为3%~8%，50cm以下层稳定于3%~4%；140cm以下土层土壤水分略高，也只有5%~6%。乔木林地的土壤水分在6%~7%，雨季虽然有所恢复，但数量也不大，由此可见，在神木试区要想提高林草地密度实际上是不可能的。但是，在防治水蚀与风蚀方面又需要具有一定密度，二者出现了矛盾，其解决的办法在于合理配置与合理布局。根据反坡水平阶等试验结果，合理配置同样可以做到低密度高效益。

带状配置即是其中一种有效方法，其配置沿等高线或与主风垂直方向带状造林种草，带宽1m，间隔带2~4m，其带内造林种草密度加大，做到基本郁闭，形成挡风墙。根据前人测定，防风林有效范围在迎风面为3~5m倍树高，背风面为15~25m倍树高，按此规律，当灌木达0.8m树高时，其迎风面防护范围应大于2m，背风面防护范围应大于8m，其防风效果应大于死沙障，可以达到降低风速的效果，但是，其郁闭度也只有0.3~0.4，与目前水分条件相当，这种配置方法是众多配置方式的一种，配置方式的应用应因地制宜。

### 3.3 关于集流蓄水造林种草问题

集流蓄水造林种草是近10年研究较多的一种造林方法，但是多用于黄土丘陵区，在水蚀风蚀交错带的自然条件下，其应用更具有重要意义。

首先，神木试区位于我国北方暴雨中心，暴雨集中、雨强大，易产生径流，据试区气象站观测，产流雨占全年降水量的50.6%~58.3%，径流量占全年降水量的14%~22%，有的土地利用方式下可达31%，由此可见，全年降水量的1/6~1/3流失掉，其次，该区易发生旱灾，根据试区3年气象资料，3年都有不同程度干旱，尤其是1995年1~5月降水量只有2mm，自1994年10月~1995年6月累计降雨量20mm多。“八五”期间适逢旱期，1992~1994年3年平均降水量只有364mm，最低年份为1993年，只有262.1mm，由此可见，该区不仅降水量少而且常常发生旱灾，由此导致土壤水分不足。

既有大量径流流失而又土壤水分不足，拦蓄径流，强化入渗，提高土壤含水量是该区植被建设的重要手段，集流蓄水造林技术在水蚀风蚀交错带具有很好的前景。

通过以上三点分析，把水蚀风蚀交错带的植被建设模式与目标可简单描述为：建立以灌木为主体、灌草结合、常绿树种与灌(草)木结合，以集流蓄水造林种草技术为手段，具有较高生态效益兼顾经济效益的稳定人工植被。