

中国科学院治沙队第一次学术报告会文件

流动沙丘的水分状况及其 与固沙造林的关系

陈文瑞 张继贤 (中国科学院治沙队)

一、前 言

流动沙丘水分是固沙造林中最重要的因素。特别是干旱地带,降水少,蒸发强,地下水埋藏较深,沙层水分就成为植物成活及生长的限制因子。因而,查明流沙水分状况有很大的实践意义。本文的目的就是,揭露流动沙丘的水分状况及其动态,以及与机械固沙和生物固沙的关系,提供固沙造林以理论依据,从而,加速流沙的固定与绿化,早日完成改造和利用我国沙漠的宏伟的社会主义建设事业。

本文采用了沙坡头、灵武、头道湖和榆林四个站流动沙丘水分测定资料,它们均为细沙粒级占优势的沙丘,含量 83.4—89.6%,地下水埋藏较深。沙坡头和灵武属宁夏回族自治区,头道湖为内蒙巴盟管辖,均位于半荒漠地带;年平均气温 7.1—9.3℃,一日平均 -6.8—-11℃,七月 23.6—24℃;年平均降水量 116—224 毫米,每次降水值文内用柱形图——标出。(图一、二、三、四)榆林属于陕西省干草原地带,一月平均气温 -10.3℃,七月 23.8℃;年平均降水量 426.7 毫米,比半荒漠区多一倍以上。

各站沙样全用土钻钻取,含水率的测定用烘烤法进行,以占绝对干土重的百分率表示之。

二、流动沙丘的水分状况

流动沙丘高低不平,沙层疏松,颗粒均匀,移动频繁,并具高的导热性和低的热容量,故水分状况有其特点。

根据沙坡头站观测资料(图一),那里格状新月形沙丘水分有如下特点:

1) 除积沙和特别干旱情况外,干沙层厚度(湿度在 0.5% 以下)一般不超过 10 厘米。室内试验也证实了这一点,我们将 4.9% 湿度的沙装于铁皮箱里,埋在土中,经 64 天(降水时加盖,不让雨水进入)干沙厚度只有 9 厘米,呈稳定状态,似乎蒸发对它不起任何作用。由此可见,流动沙丘存在那种不大于 10 厘米厚的干沙层对保护深层水分有很大作用。

2) 在一般情况下,小于 1% 湿度都在 20 厘米表层内变化,很少超出这个范围。1—2% 湿度通常在 40 厘米内,只有特别干旱年(57 年)达到 1 米以下。

3) 沙层湿度变化最大范围为 0—40 厘米,在该层之下水分呈稳定状态,沙层经常含有 2—3% 湿度。这种湿度几乎不受热状况的影响,我们叫它稳定湿度,它是供水给植物的可靠而主要的资源。按照稳定湿度计算,三米沙层有效含水率约达 62.8—111.1 毫米(平均容

重 1.61, 凋萎含水率 0.7%), 可供一般喜沙植物需要;

4) 四年中曾有 3—4% 以上的湿度五次浸湿 3 米沙层, 这种浸湿有时则转眼即逝(57 年 7 月), 有时竟达 5 个月之久(56 年 8 月至次年元月)而且都是发生在連續降雨 40 毫米以上的时候。57 年 8 月 29 月到 9 月 4 日連續降雨 33.3 毫米, 因前一时期特別干燥, 仅浸湿 2 米深处。通常的小雨只能使表层 40 厘米湿度发生变化, 浸湿深度約为降水的 8—10 倍。如一次降水小于 10 毫米, 那些水分便呈悬着水形态保持在表层, 嗣后, 因物理蒸发而消耗殆尽, 对沙层湿度不起任何作用;

5) 58 年沙层湿度最高, 57 年最低, 56 年介于两者之間, 这种湿度分布与各年降雨量分配相适应。并且在湿润年中沙层高的含水率都发生在 6 月以后, 这又与一年中各季降水分布相一致。

根据灵武站和头道湖站資料, 可以看出, 那里沙丘水分状况与沙坡头几乎相同(图二、图三)。沙层湿度垂直最大变幅亦为 0—40 厘米, 稳定湿度均为 2—3%, 沙层浸湿与沙坡头几乎一样, 連續降水亦发生垂直渗透过程。

榆林站測定結果(图四); 那里新月形沙丘水分:

1) 6—8 月沙层湿度保持在 3—4% 以上, 到 9 月分呈現 2—3% 湿度。

2) 6 月和 7 月有 4—5% 湿度两次浸湿到 1.5—1.8 米深处, 这与上述各站流动沙丘浸湿过程是相同的。

根据上述情况看出, 榆林站与其他站不同点在于, 6—8 月沙层湿度較高, 似乎不同于前面各站, 这是因为那种高的湿度主要受降水的影响所致。該地属于干草原区, 降水比上述各站多一倍以上, 且分布比較密集, 因而沙层經常有重力水流存在, 这就是榆林 6—8 月沙层湿度比其他各站都高的主要原因。这种高的湿度在降水較多的情况下, 能維持很久, 可以供給一般乔木生长的需要。但是从水分动态来看, 榆林与上述各站是相同。9 月份沙层呈現出 2—3% 湿度是細沙机械組成的反应, 同时也是稳定湿度, 这点与上述各站是一致的。

从上述情况看出, 各站沙丘持水量及其动态大致是相同的, 即降水都发生垂直渗透过程, 稳定湿度均为 2—3%, 水分垂直最大变幅在 0—40 厘米內, 其中又以 0—20 厘米层內湿度变化最頻繁, 应当說明, 这种相同水分状况的出現決不是偶然巧合, 而是机械組成反应的結果。从下表中看出, 三站沙丘机械組成大致相同, 細砂含量占 83.4—89.6%, 因此, 各站沙丘反应出了相同的水分特点。同时細砂有許多优良特性, 首先, 細砂毛管性微弱, 蒸发不强。其次水分在沙中呈环状水存在, 移动較慢, 当蒸发时在較深处汽化而向地面扩散, 第三, 流沙表层温度較高, 水气张力大, 下层温度較低, 张力較小, 因而水气便向下层扩散。这些特性都能減緩水分蒸发, 这就是流沙湿度垂直变幅較小的原因。

三、流动沙丘水分与固沙造林的关系

在固沙造林工作中, 無論采用机械措施或生物措施, 都应当考虑到它对沙层水分的影响問題, 否則, 会得到不能令人滿意的成果。我們在沙坡头試驗站对此問題, 进行了研究, 結果如下:

(一) 机械固沙措施对流沙水分的影响:

1. 机械固沙材料对水分的影响:

表 一

流动沙丘机械組成(%)

地 区	粗 沙	沙 中	細 沙	粉 沙	粘 粒
	1—0.5	0.5—0.25	0.25—0.1	0.1—0.01	<0.01
沙 坡 头	0.06	11.01	83.44		5.55
头 道 湖	0.19	3.16	89.58	7.08	
榆 林	5.52		84.41	9.73	

(各层平均值)

机械固沙的作用,主要是制止流沙的移动,創造有利于植物生活的条件。但是,还应当考虑到材料对沙表层水分影响問題。該站对下述三种机械固沙材料及措施,进行了含水量的比較測定:

1) 1×1米草方格沙障(图五)。草墙扎入沙层深度和露出地面高度均为 15 厘米,墙幅約 18 厘米;

2) 平鋪草固沙,复草层厚約 3 厘米;

3) 卵石压沙(为铁路平台),卵石层厚約 7 厘米,卵石直径 5—10 厘米。

用不加任何措施的裸沙地为对照点。采样部位是,方格草沙障钻孔打在草墙下面和方格中間两处,平鋪草和卵石均通过措施层打入,取样深度均为 60 厘米。

測定結果见图六和图七。

从图六和图七中看出:

1) 在图六中,卵石层曲綫,始終是 2.5—2.9%;在图七中两条曲綫几乎重合。这种分布表明卵石措施具高而又稳定的含水量,蒸发影响甚微,那是因为卵石复盖在沙上,減小了沙与空气的接触面,即縮小了沙的蒸发面,因而,形成較为良好的水分状况。

2) 在图六中,方格草沙障中間点和草墙下面点曲綫,从开始測定时起,直至 7 月上旬,逐漸下降,沙层湿度由 3.0%減至 1.6%;在图七中,方格中間沙层干燥到 19 厘米,草墙下面干到 21 厘米,下面沙层湿度都有不同程度的減少。这种情况說明方格草沙障有促进表层水分蒸发的現象,其原因是,扎入的草墙本身吸水蒸发所致。

3) 在图六中平鋪草曲綫与对照点大致相同;在图七中,沙层干到 16 厘米,湿度变化介于卵石和方格草墙之間。

稻草材料和卵石比較,前者能吸收降水(表二),并能促使水分蒸发,致使沙层水分来源減少;但是这种不利的情況,仅限于草墙扎入所及的范围;它主要的有利方面下文专有关述。

表2.

降水 4.7 和 9.7 毫米浸湿情况(厘米)

項 目	卵 石	方 格 中 間	草 墙 下	平 鋪 草
降水 4.7 毫米				
浸 湿 深 度	10.0	9.8	6.1	7.1
百 分 比(%)	102	100	62	72
降水 9.7 毫米				
浸 湿 深 度	与湿沙相接	15.5	7.8	10.0
百 分 比(%)	—	100	54	65

2. 利用机械沙障提高沙层含水率:

流动沙丘水分状况,在空間和时间上已如前述。但是,在沙丘各部位分布上也有很大差异,一般情况下,經常呈现出图八形式,即迎风坡上部和落沙坡(約占整个坡长的4/10),水分状况很坏。从图八中看出,这些部位1.4—2.0米沙层湿度均小于1%,接近凋萎含水率(0.7%),无法进行造林。这些部位水分状况很坏的原因,主要是沙粒堆积的结果,如能制止沙粒移动,控制干沙层厚度在最小的范围,就能提高这些部位的含水量。这在前面已經闡述过了。

根据上述原因,改变那些低含水率部位方法可提出两种,一为分期栽植,让沙丘削平改变其水分状况但延长了固沙年限;另一种方法是用机械措施,制止沙粒移动,避免堆积厚的干沙层,借降水以提高沙层含水率。这两种措施根据任务緩急,可酌情运用。至于采取机械措施用那些材料最好,对水分有益处,前面提出卵石最好,有保水作用,稻草較差,能促进表层水分蒸发。但是,沒有卵石的地区,稻草亦可用做固沙材料,但应扩大方格规格,縮小与沙的接触面,尽量减少表层水分蒸发。图九是利用1×1米草方格固沙經降雨1486毫米之后沙层水分提高情况,图八是未扎方格之前沙丘各部位水分状况。

从图八中看出,原来图八中水分最坏部位,經机械沙障固定后水分状况因降水的湿透而得到了好轉,整个2米沙层湿度由原来<1%提高到3—4%以上。那样湿度对固沙造林是很有利的,由此可見,利用机械措施可以改善沙丘水分状况。

(一)、生物固沙对流水水分的影响,

流动沙丘同一般土壤一样,生长植物后水分状况变坏,那是众所周知的。但是,究竟变坏到什么程度,会否有水分补添,实非确解。沙坡头的試驗初步闡明了这一問題。

該站的試驗是在培植四年的黄柳,油蒿和三年的籽蒿地段上进行的。試驗用裸沙地做对照(见图一,图十)。

从图十中可看出:

1) 在5月以前,沙层湿度較高,20厘米以下含有2—3%湿度。这点表明那时植物吸水很少,对沙层水分几无影响;

2) 从5月到8月初植物大量吸水,1.4—1.9米沙层湿度由原来2—3%減到1—2%。当时对照点仅下降到40—60厘米深处,可見,这一时期植物对沙层水分影响最強烈。但是,这种湿度仍在凋萎含水率之上。

3) 8月初以后,整个低湿度层,水分激驟增高到2—3%以上,似乎植物对水分未发生过影响。那是因为降水的原故,这点从柱形雨量图上可以清楚的看出。

4) 籽蒿对沙层水分影响最強,其垂直深度达1.9米。黄柳和油蒿二者近似,深达1.4米。

图十一繪出了沙层水分变化与凋萎含水率,从那里看出,2米沙层湿度均在凋萎点以上,即或是最早季(6—8月),仍含有0.7—1.3%以上的有效水。那样的湿度,植物可安全渡过旱季。

四、小 結

(一)、流动沙丘(无植物)水分特点:

1. 在沒有风蝕和堆积情况下,流沙具稳定干沙层,其厚度在10厘米以內。它有防止水分蒸发的作用;

2. 沙层湿度垂直最大变幅为 0—40 厘米, 0—20 厘米层内湿度变化最频繁。

3. 流沙具稳定湿度层, 该层开始上限在 40 厘米处, 湿度为 2—3% (细砂), 三米沙层有效水为 62.8—111.1 毫米。这种水量可供一般耐旱, 喜沙植物需要。降水将沙层湿度长期 (生长季) 提高到 3—4% 时可以满足一般乔木生长需要。

4. 流沙浸湿过程取决于降水量及其频率, 一次降水量小于 20 毫米时, 浸湿深度为降水的 8—10 倍, 一次降水量小于 10 毫米时, 因蒸发而始殆尽对植物没有什么好处。

5. 沙层湿度季和年的变化, 同降水量季和年的变化相符合。

(二)、卵石为较好的固沙材料, 有保水作用。机械固沙是提高沙层含水率的一种方法。

(三)、植物影响流沙水分一般从五月末开始, 6, 7 月最强, 1.4—1.9 米沙层湿度减到 1—2%, 那时仍存在 0.7—1.3% 有效含水率。