中国科学院綜合考察委員会資料

編　号:

密　級:

需要全本请访问 www.ertongbook.com

騰格里沙漠包兰鉄路中卫段

固沙造林研究

（中国科学院林业土壌研究所）

一九五九年一月北京

一

１９５８年是一个不平凡的年代，这一年，我国的工业和农业有了巨大的发展，而科学和文化事业也以飞跃的姿态向前迈进了一大步。中国科学院林业土壤研究所在这一年里，研究质量达到国际水平的３３个项目中，完成了国家交給的一个保护包兰鉄路通过騰格里沙漠进行固沙造林研究的艰巨而光荣的任务。这个任务的完成不仅保証了沙漠鉄路的正常通車，为今后继续在沙漠中修筑鉄路开辟了一条新的途徑，而且在祖国經济建設中，为开发沙漠、綠化沙漠，放出了一綫曙光，增强了信心。

包兰鉄路南走兰州北至包头，为連接西北和华北一条大动脉。該路由兰州至銀川一段，因黄河南岸水泉至大营一带地震严重，不能保証行車安全，必須取道北綫，而取道北綫要六次跨过騰格里沙漠，在沙漠中經行的路綫总計达４０公里，其中以宁夏回族自治区中卫县西部，由长流水至迎水桥一段，长１６公里，沙丘起伏最大，为害最严重。

在沙漠中修筑鉄路，除苏联已累累了相当的經驗外，其他国家先例很少，而在我国尤为一个創举。在流沙上修筑鉄路的主要困难是沙丘移动、埋沒鉄路，威胁列車的安全，解决这个問題的有效办法是用植物将鉄路二边的沙粒固定下来，不让它們隨便移动。但是，在这样干旱多风的沙漠中，植物稀少甚至是不长植物的大片裸露流沙上，是否能生长起茂密的植物，仍是一个疑問。１９５６年我所承担了国家交給的这一任务，并要求在三年内，按不同的森林植物条件类型确定固沙造林的适宜树种和栽植农业技术，并提出技术設計方案。

面对这样一个急待解决而又艰巨的任务，我們在紧密地依靠党的領导和集体的智慧，并在苏联专家无私的帮助下，經过三年的苦战，終于摸熟了沙漠的特性，逼迫它穿上了綠衣。目前，鉄路两旁再也看不見浮沙飞騰了。火車从５８年７月1日通車以来，安全地在沙漠中行駛，从未受到流沙侵袭。茲就当地的自然情况和研究内容，略述于后。

二

試驗地区沙坡头村，位于北緯３７度２７分４０秒，东经１０４度５７分６秒，属宁夏回族自治区中卫县境，位于騰格里大沙漠的东南緣，流沙分布在黄河北岸，为阶梯形的沙山，地势西北高而东南低，沙丘最高点海拔１５００米（黄河水面海拔高１２００米），厚度由数十米至百米的浮沙复盖在三迭紀的基岩上，地下水位埋藏很深，在数十米以下，不能为植物利用。

該地处于西北内陆，在气候上受蒙古高气压的影响极深，加以地势高起，經常遭受西北旱风的袭击，东南又有秦岭、六盘山之阻、湿潤的海风，难以深入，因此，具有寒冷、干燥、多风的特征。

根据当地沙漠气象站数年（１９５４～１９５７）的观测記录，年平均气温为９．１℃，絕对最高气温为３７℃，絕对最低气温为－25℃，其数差达６２℃。沙面最高温度达７４℃，为一般植物所不能忍受，植物生长期为１５０～１８０天。

年降水量約为１７０～２００毫米，１９５６年降水較多为235．3毫米，１９５７年特别干旱仅８８．３毫米，１９５８年降水最多，到９月已达２７８．６毫米。降水多集中在夏秋两季，据５４年～５７年統計由５月到９月降水量为全年的７９．１％，春冬季特别干燥，致使沙层表面浮沙（干沙）加厚，对于春季造林頗为不利。蒸发量大，在１９５６年为降水量的１４倍，１９５７年竟达降水量的３９．７倍。相对温度低、年平均只４０％左右，平均最小不及１０％，也是促进流沙移动的一个主要因素。

本区风［illegible］頻繁，是使沙粒移动的一个主要因子。植物常遭受旱风和沙割之害，沙丘移动的快慢随风力的大小为轉移，风速达５米/秒时，沙粒即开始移动，象这样的风速，每年約有２００天，其頻率为310～３３０次，以５、６月为最多，有的达２５天，年平均风速为2．9米/秒，

最大风速为１１级。一般自１０月到翌年５月之间以西北风为主，６月到９月之间以东风和东北风为主，有时为东南风，西北风出現次数多、风力較大，因此，沙丘逐步向东南展进，有时呈摆动状态，这种移动称为摇摆前进式。能見度在１０，０００米以内的风沙日，１９５３年有８３个，１９５７年有７４个，每月都有出現，而以４、５月为最多。从总的情况来看春季风比秋季大而頻繁，造林季节以秋季为最适宜，因风平沙靜，施工較为方便。

主要的流动沙丘的类型有二种：

1.格状新月形沙丘：为鉄路沿綫分布最广，面积最大的一种类型，也是我們三年来試驗研究的主要对象。沙的厚度达６０余米，具有与西北主风垂直的沙鏈，称为主梁，高５～２０米，坡度１８°～３３°，向风坡长３０～１００米，坡度４～２１°，背风坡长１９～５０米，坡度18°～３３°，与次主风（东北风）垂直的付梁相对高度为２～３米，构成一个傾斜棉园形状的风蝕盆地，称为沙窩，第一期固沙造林只能在沙窩中进行，由于沙梁上浮沙太厚，必須借机械沙障使丘頂部分被风削平后，作为第二期造林地。

格状沙丘由于风大、沙层干燥、沙粒流动快、植物稀少，主要有：籽蒿（*Artemisia sphaerocephala Krasch*）、花棒（*Hedysarum scoparium F. et M.*）、沙米（*Agriophyllum arenarium M. B.*）臭蒿（*Stelpnolepis centiflora Krasch*）、沙芥（*Pugionium cornutum Gaerth*）綿蓬（*Corispermum patelliforme Iljin*）和濱草（*Psamochlora villosa Bor.*）等，复盖度約为１～２％。既然在沙丘上能自然生长植物，也說明可以用植物固沙。

2.平行新月形沙丘鏈，根据沙丘复盖的地区不同又分为以下两类：

(1)黃河阶地平行新月形沙丘鏈，流沙复盖在黃河第二級阶地上，沙

需要全本请访问 www.ertongbook.com

丘彼此相連形成一条长达百余米的鏈，流沙下面为园蛛石，直徑达1～5厘米，一般含有10～30%的細沙，有的地方未被沙粒复盖，故露出原阶地的园蛛。地下水位在2～5米之間，有的能为植物根系所达到。沙丘鏈本身基本上沒有植物复盖，只是在丘間园蛛地上有籽蒿、苦豆子（*Sophora alopecuroides* L.）、碱叶棉蓬（*Corispermum* sp.）、沙米、杠柳（*Periploca sepium* ）。

(2)濱湖半行新月形沙丘鏈　流沙复盖在干湖上，地下水位高，一般約0.6～1.5米，个别地段甚至接近地表。丘間低地主要植物有狼尾草（*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. ）、苦豆子、細叶黃花（*Inula salsoloides* Stenf. ）等。由于該地水分条件較好，在固沙造林时可采用經济价值較高的树种。

上述类型以格状新月形沙丘固沙最困难，阶地半行新月形沙丘鏈次之，濱湖半行新月形沙丘鏈較为容易。

三

固沙造林是非常复杂而艰巨的工作，要战胜自然，改造自然，必先了解自然。在流沙上栽植植物的最大困难就是“栽不住”和“栽不活”的問題，栽不住是由于沙粒經常移动，植株有被沙埋与风蝕的危險，栽不活是由于沙內水分不足、养分缺乏，致使植株死亡。要使植株栽得住，則需了解沙丘的移动規律，因地制宜地設立机械沙障，穩定植物的初期生长。要使植株成活，必須分析沙子的矿物成分，养分及水分，同时观察各种沙生植物的生物特性，以便选擇抵抗力很强的植物进行固沙，三年来我們就在这些方面进行了試驗研究，結果分述明于下：

一、沙土的机械与化学分析和水分特性：沙子的机械成分对沙內的水分和养分含量有着密切的关系，我們用篩分法分析了各类沙丘的机械成分，結果見下表：

各沙丘类型机械組成表（%）

沙丘类型	中　沙	細　沙	粉　沙	物理粘粒	容量
直徑（毫米）	1.00~0.25	0.25~0.05	0.05~0.01	<0.01	克/立方厘米
格状新月形沙丘	1.35	70.37	23.43	4.85	1.55
黃河阶地平行新月形沙丘鏈	1.06	57.85	30.01	11.07	1.59
濱湖平形新月形沙丘鏈	0.43	39.05	41.89	18.64	1.62

从上表可以看出，中沙和細沙的成分，从西面的格状新月形沙丘，到东面的濱湖平行新月形沙丘鏈，逐漸減少而粉沙和物理粘粒則恰恰相反，愈在东面所占的比例愈大，这与风的搬运作用有关，这里的主风为西北风，沙粒由西北向东南移动，大沙粒在近处落下，只有极小的粉沙和粘粒才能吹至远处，粉沙和粘粒愈多則所含的水分和养分也愈多，因而对植物的生长也有利。

关于各类沙丘的 pH 值及化学分析見下表

格状新月形沙丘 pH 測定 N, P_2O_5, K_2O 分析表

沙丘部位	深　度（厘米）	pH	速效性			全量%	
			N mg/100g	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g	N	P_2O_5
1	2	3	4	5	6	7	8
丘頂	0~10	7.77	2.55	4.00	10.08		
	20~30	7.57	2.13	7.50	11.30		
	45~50	7.57	1.92	5.00	14.00		
丘間低地	0~10	7.47	2.40	4.00	12.00	0.016	0.02
	20~30	7.50	2.31	4.50	10.00	0.015	0.02
	40~50	8.00	2.70	3.50	11.70		
	60~70	8.00	2.52	4.00	8.90		

接下頁表

1	2	3	4	5	6	7	8
向风坡中	0~10	8·27	2·25	5·75	14·00		
	20~30	8·92	2·40	7·75	16·00		
	40~50	8·12	2·67	4·75	10·00		
	60~70	7·62	2·43	4·00	11·30		
向风坡脚	0~10	7·62	2·79	5·54	12·00		
	20~30	7·82	2·76	5·75	11·70		
	40~50	8·22	2·79	5·00	14·00		
	60~70	8·32	2·31	6·00	11·70		
	80~90	7·72	2·37	5·75	8·30		
	100~110	8·02	3·00	4·00	12·50		

黄河阶地及濱湖平行新月形沙丘鏈 PH測定 N、P_2O_5 分析表

深度（厘米）	黄河阶地平行新月形沙丘鏈				濱湖平行新月形沙丘鏈			
	PH	腐植質%	全量		PH	腐植質%	全量	
			N%	P_2O_5%			N%	P_2O_5%
0~10	8·50	0·10	0·013	0·03	8·32	0·08	0·011	0·03
20~30	8·50	0·14	0·013	0·02	—	—	—	—
40~50	8·50	0·07	—	—	9·00	0·09	0·011	0·02
90~100	9·00	—	—	—	—	—	—	—
120~130	—	—	—	—	9·00	—	0·009	—
140~150	9·00	—	—	—	—	—	—	—

观上表可知各沙丘的 PH 值不高，一般都是微碱或碱性、腐植質和氮、磷、鉀含量都很少，那对植物生长是不利的。

各沙丘类型的水分情况，以濱湖平行新月形沙丘鏈为佳，格状新月形沙丘与黄河阶地平行新月形沙丘鏈相差不大，一方面由于机械成分的关系，

另一方面也是受地下水位的影响，根据５７年三次测定的結果，格状新月形沙丘的总平均含水量为１．９１％，黄河阶地平行新月形沙丘鏈为1.95%而濱湖平行新月形沙丘鏈为１２．８９％，后者与前二者相差甚为悬殊，在采用树种方面应予以考虑。

表　各土壤植被类型分期测定含水量表　（干土重％）

类型	深度（厘米）	第一次测定 57年4月26日	第二次测定 57年7月30日	第三次测定 57年9月24日	平均
格状新月形沙丘	0～5	0.42	0.20	0.41	0.34
	5～20	2.16	1.31	2.67	2.05
	20～50	2.46	2.08	2.25	2.26
	50～100	1.64	1.98	2.00	1.90
	100～200	1.76	2.13	3.17	2.35
	200～300	2.28	2.43	2.84	2.52
	平均	1.79	1.69	2.24	1.91
黄河阶地新月形沙丘鏈	0～5	0.42	0.28	0.87	0.52
	5～20	1.83	1.48	2.27	1.86
	20～50	1.61	1.71	2.75	2.02
	50～100	1.81	1.86	2.68	2.12
	100～200	2.46	2.57	2.29	2.44
	200～300	2.66	2.97	2.64	2.76
	平均	1.80	1.81	2.25	1.95
濱湖平行新月形沙丘鏈	0～5	0.37	4.10	7.27	3.91
	5～20	1.29	10.75	11.89	7.98
	20～50	2.62	24.74	23.73	12.03
	50～100	10.01	22.94	21.06	18.00
	100～150	20.87	見地下水	見地下水	20.87
	平均	7.03	15.64	15.99	12.89

格状新月形沙丘为固沙造林的主要对象故除上述三次比較測定水分以外，还做了定点定时測定，和一些水分常数測定，定点定时測定自56年4月开始，每月2、12、22日測定三次，到現在仍繼續进行。取样深度为3米，分14层，重复三次，以其平均值为該土类的含水量，根据測定結果可以得出以下几点：

1.除57年7、8月份外，40厘米以下的沙层中經常有2～3%的水分含量，可供应植物生长。

2.降水超过20毫米时，可浸透整个3米的沙层，使其中的含水量增加到3～5%，但是不久又会干到2～3%。

3.冬季降水补偿沙层水分比生长季节降水要有效得多，如57年1月以前深40厘米沙层仍呈2%以下，經2月降雪后，便提高到2～3%。

4.沙表层40厘米范围内含水量变动的幅度最大，降水后水分含量即刻上升，天晴后即下降，故植物根系須在40厘米以下，才能順利成活与生长。

在格状新月形沙丘上水分常数測定的結果：田間最大持水量平均为3·7%，最大分子持水量为3·15%，最大吸湿水为0·45%，凋萎含水率为0·66%（錦鸡儿）到0·71%（大麦）。可見沙内的有效水分在1·23～2·34%之間，平均約为2%（平均含水率減去凋萎含水率）。

二沙丘移动观測：本观測是在格状新月形沙丘、平行新月形沙丘鏈和单个新月形沙丘上进行的，这三种沙丘的高度不同，因此它們的移动速度也不一样，观測結果得出以下几点：

1.格状新月形沙丘高10米者　每年由西北向东南前进4米，具体方向为S58°E。

2.平行新月形沙丘鏈高1·4米者，4个月内前进5·1米，方向为S86°E。

3.单个新月形沙高1·1米者，4个月内前进5·85米　方向为S46E。

4.沙丘脊部（丘顶部）有时向东南，有时向西北，来回摆动，而丘脚則始終向前移动。

由此可以看出，沙丘愈高，移动的速度愈慢、愈低、就愈快。在固沙造林时对低沙丘应加强固沙措施。同时由于沙脊来回摆动，均不稳定，故暫时不能采取固沙造林措施，必須借机械沙障作用将丘頂削低后，才可进行造林。

三主要固沙造林植物生物学特性：了解各植物的生物学特性对选擇固沙造林植物具有重大意义。研究的項目有：

1.物候相：長期观察各植物的物候期，可以掌握固沙植物的播种期、栽植期和采种期等。三年来观察的結果总結如下表：

1956年~1958年三年对主要固沙植物物候观察

植物名称	叶萌发期	开花期	果实成熟期
沙　蒿	三月下旬	五月中旬	十月上旬
小叶楊	四月上旬	四月上旬	四月中旬
花　棒	三月下旬	六月上旬	十月中旬
檉　条	三月下旬	四月中旬	四月下旬
黄　柳	三月下旬	三月下旬	四月中旬
子　蒿	三月上旬	七月下旬	九月下旬
油　蒿	三月上旬	九月上旬	十月中旬
差把戛高	二月下旬	七月上旬	——

需要全本请访问 www.ertongbook.com

按照各植物果实成熟特征，大致可分为三种情况：(1)結实后很快成熟，即时脫落的植物如小叶物、錦鸡儿、黄柳等，对这些植物必須及时采种；(2)結实期很长，种子在果期内陆續成熟、陆續脫落，如花棒，对这种植物要經常采集种子；(3)結实后不脫落，如沙蒿、沙嵩等，对这些植物的采种期可以抽空暇时間进行。此外早萌发的植物造林时要提前进行。

2.寿命：流动沙丘上的植物一般生长較快，需要水分較多，而寿命較短。固定沙地上的植物，耐干旱、寿命較长。花棒和籽嵩属于前者而錦鸡儿及油嵩則属于后者。在固沙造林树种配置时，应将长命和短命的植物混植，以延长其固沙年限，据多次調查結果，各植物的最大年龄为：花棒１１年，錦鸡儿３５年，籽嵩６年，油嵩１４年。

3.根系：据調查結果，沙地的植物根系均发达，但有的向水平方向伸展，有的垂直向下伸展。水平伸展的植物有黄柳、花棒等，它們的側根长可达１０余米。深根的植物有梭梭、錦鸡儿等。一般規律在流沙上生长的植物水平根均发达。而在固定沙地上的植物，則垂直根发达。那是因为固定沙地表层干燥，只可利用地下深层的水分，适合深根性植物的生长。在固沙造林中若将它們混植，便能充分地利用各沙层中的水分。

（接下頁

(四)固沙造林試驗：其目的要解决树种选择，乔灌木配置，直播方法及机械固沙作用等一系列的問題。这个試驗主要是在格状新月形沙丘上进行的，以生物固沙为主，初期利用机械沙障保护植物成活及生长。自１９５６年开始每年分春秋二季进行，三年来已进行过六次栽植試驗。茲将主要試驗項目及所得結果，簡述于后。

1.树种試驗：用生物固沙到底要采用那些树种是首先要解决的問題，不經过栽植試驗不能正确地确定。三年来在格状新月形沙丘上試驗的植物，不下十余种，５６年試驗的植物有１０种，其中乔木有油松、洋槐、榆树等5种，灌木与半灌木有油蒿、沙柳、黄柳等５种。結果除油松、洋槐、榆树三种全部死亡外，其余成活尚好，这就說明了用植物固沙的可能性。５７年由于气候特别干燥，栽植的植物成活率很低，而５６年栽植业已成活的植株又死亡很多，因此当时我們对能否采用植物固沙的問題又产生了怀疑，幸而苏联固沙造林专家М.П.彼得洛夫教授給了我們很大的帮助，他指出在这类沙丘上，用植物固沙还是可能的，因而又重新坚定了我們固沙的信心。

５８年为三年中最湿潤的一年，同时由于吸取了前二年的經驗教訓，在苗木质量，栽植技术上都有不同程度的改进，故使各种固沙造林植物的成活率得到了很大的提高。不同的立地条件类型的适宜树种，才能初步肯定下来，使这項試驗研究工作可暫时告一段落，而要走向一个鞏固和提高的新阶段。茲将三年栽植的植物的成活率列表說明如下：

表四　格状沙丘中試驗树种的成活率及保存率（％）

試驗树种	試驗部分						生产部分	备註
	５６年栽植			５７年栽植		５８年栽植		
	第一年	第二年	第三年	第一年	第二年	第一年	第一年	
籽蒿	—	—	—	17•0	11•3	72•0	73•7	凡有※記号者系扦插
油蒿	59•2	38•9	19•4	21•0	11•2	31•7	—	

差蒿	—	—	—	※0·1	0	72·0	—
花棒	—	—	—	24·8	11·0	77·4	83·6
黄柳	※27·0	10·?	7·5	※2·5	1·3	41·3	—
梭梭	27·7	17·0	2·0	3·4	0	34·0	22·0
樗柳	※63·6	40·7	21·?	※0·2	0	16·0	26·5
錦鸡儿	—	—	—	11·0	5·2	30·3	—
沙枣	10·5	6·4	5·5	18·0	17·3	70·8	63·4
小叶杨	77·1	26·8	11·0	30·9	8·5	38·2	36·6
紫穗槐	73·3	29·1	19·3	—	—	—	—

从上表看来，５７年的成活率无論那一种植物，都比５６年的低，前面已經講过是雨量缺少所造成的結果，那是容易理解的。樗柳，黄柳和差把蔓蒿尤低，几乎不到１％，这三种植物都是用的扦条，而５６年黄柳和樗柳也是扦条，然成活率尚高，在这种沙丘上，遇少雨的年代扦条是不能成功的。故５８年改用带根苗木栽植，而提高成活率不少。

小叶杨和紫穗槐在５６年栽植中成活率很高，然到５７年則猛烈地下降，而且生长不良，呈凋萎状态，且怕沙割，在春季遇大风时，新萌发的嫩叶常被吹干而凋謝，故自５７年以后，就弃而不用。梭梭及樗柳因生长不稳定故不能作为格状沙丘上的适宜树种。

１９５８年栽植的籽蒿，差把蔓蒿，花棒，沙枣的成活率均在７０％以上，且生长茂盛，由此就可以說明它們对格状沙丘的适应性較大。唯差把蔓蒿是由东北引进的植物，第一年的成活不能保証其稳定性，应繼續試驗。油蒿和錦鸡儿的成活率虽低，但根据其成活后的保存情况，尤其是根据其在干旱沙地上的生长情况，均是很有希望的固沙植物。梭梭的成活率亦不高，根据苏联經驗，它是沙漠地带最有价值的灌木，可以在地下水較高的地况上栽植。５６—５７年栽植的黄柳成活率虽低，但从实际观察中看出，凡栽植在沙丘落沙坡下，且經常受到一定程度沙压时，成活生长情况均甚良好，故栽植时应选擇其适宜地点。总的来說在格状新月沙丘上的适宜树种可以肯定的

只有沙蒿（三种），花棒，錦鸡儿，沙枣和黄柳，唯黄柳只可栽在有落沙及坡脚下能被沙埋的地方。

对黄河阶地新月形沙丘鏈，只５７年做过一次栽植試驗，然由于該年正值修筑铁路工地，遭受了人为和牲畜的破坏，又遇到稀有的干旱，使得成活率甚低，从試驗上得不出正确的結論。然那里地下水埋藏不深，有黄河水源补給，有些树种如沙枣小叶楊等，根系若能达到地下水层，还是能够生长的。如沙丘过高，栽植仍与格状沙丘相同，可采用籽蒿，油蒿，差把夏蒿，花棒，錦鸡儿等。但必須深栽及設置机械沙障保护。在丘間具园环的低地，根据自然植被生长情况，及殘存的几株人工栽植的沙枣树，可采用酸枣，紅柳，沙枣和小叶楊等进行固沙造林。

滨湖新月形沙丘鏈在５７年也做过試驗，結果証明小叶楊，沙枣，紫穗儿，白茨等成活率都很好。而且在这种地况上１９５２年和１９５４年群众也营造了大片人工林，据５８年夏季調查鈷天楊，小叶楊，旱柳和沙枣成活率都在８０％以上，最大可达到９８％高生长由１５０到４００厘米不等，最大的鈷天楊达６５０厘米，直徑７厘米。那里地下水埋藏不深，大部为１－２米，只有少数地方达５米，在地下水深的地方則以較耐旱的沙枣小叶楊为适宜。灌木可采用白茨，櫻柳，沙柳，黄柳等。那是指沙丘間比較低的地方而言，至于高的沙丘上固沙造林与格状沙丘相似，仍可采用沙蒿，花棒，錦鸡儿等固沙，而以乔木沙枣和小叶楊进行造林。

2.直播試驗：用植物固沙若专靠栽植苗木来完成任务是一件繁重的工作，栽植前不但需要龐大的育苗費用，而且栽植时还需要大量的劳动力，在地广人稀的沙漠地区，这是一个很难解决的問題。直播是固定大片流沙最經济而又簡而易行的方法。最近党中央提出綠化沙漠的战斗号召，要求在３－５年内变沙漠为綠洲，变沙漠为良田，要完成这样极其伟大的社会主义建設任务，主要是依靠飞机播种。

直播有許多困难，必須克服这些困难才可以获得成功。第一，沙粒流

动性大，种子播在流沙上不被风刮跑，就被沙子埋没，故必設机械防护措施，才可以保証种子稳定地停留在沙地上。第二，气候干燥，蒸发剧烈，以致沙表面常有厚薄不等的一层干沙，其含水量很少在凋萎系数以下。种子若处于这一干沙内就不能发芽，幼苗的根系若在这层干沙内，就要死亡。直播的种子必得发芽迅速，幼根生长很快，扎入稳定的湿沙层，才能保証成活。

我們自５６年开始就进行直播試驗，三年来試驗的植物有十余种，都是在夏季下过一場透雨之后播种的。結果失敗多而成功少。只有籽蒿，花棒，冬青和錦鸡儿，在机械沙障的保护下，才可以保存下来，其他种籽均不能发芽，或幼苗出土后数日即死亡。茲就各植物直播的有效方法，略述于后：

籽蒿可采用撅面播种法，即用齿耙将沙面楼成高低不平的形状，再将种籽撒播于其上，再用齿耙平即成。时間以５，６月下过透雨之后为适宜。如迟至八月播种，幼苗亦能出土，但当年生长不高，木质化不强，恐难以越冬。５，６月播种当年苗高可达２０厘米以上。

花棒和錦鸡儿随时都可以播种而以５月为最合适。宜选擇干沙层不甚厚的地方，将种子播于湿沙层中，再复以干沙，即厚达１５—２０厘米，幼苗亦能破土而出。条播及穴播都可，但必需复草或設置半隐蔽式草方格沙障以防护以免沙埋或被风刮走。花棒当年生长可达３０厘米，錦鸡儿２０厘米。沙蒿１０—２０厘米，每平方米可出苗１０株至１００余株不等。冬青直播发芽容易但是否能在流　沙上生长应作进一步观察。

总之，由数年的直播試驗可以得出如下的几点体会：

(1)凡能直播成功的植物必須种子发芽快，萌发出土的力量强，根系生长快，能扎入沙内的稳定湿沙层内。

(2)直播必須在有机械防护的措施下，才能成功，否則很难成功。

(3)数年来直播成功的植物都是流沙上或固定沙丘上的乡土种类，它們能自然繁殖。而它們的复盖度，在自然环境条件下不能增大的原因，主要是受沙粒流动的影响，水分缺乏，还是次要的。

3.机械固沙試驗：机械沙障固沙是防止沙粒移动，且在栽植初期保护苗木安全生长的一种有效措施。机械沙障一般只有3～5年的寿命，日久将腐烂吹毁，故固沙应以植物为主，机械沙障为輔。

三年来我們試驗了下列几种机械沙障：㈠平鋪式沙障，其中又分全面平鋪式沙障，带状平鋪式沙障，及格状平鋪式沙障；㈡半隐蔽式格状沙障。所用的材料为稻草及麦草。

平鋪式沙障即在植物栽植后，将稻草或麦草均匀地鋪在造林地上，厚約5～6厘米，上面压以湿沙即成。半隐蔽式沙障即将草平鋪地面，用鉄鍬将草桿的中部压入沙层，草的两端竖起，使草露出地面及埋入地下部各半。方格的大小有1×1，1×1.5，1×2，2×2，2×3米各种

試驗証明全面平鋪式沙障，固沙能力虽强，但阻止降水深入沙层内，小雨时，水分就停留在草上不久即蒸发到大气中去，植物得不到利用。同时使地表固結，通气性不良，因而防碍了植物的生长。据58年調查，在全面平鋪式沙障上生长的籽高平均高为40.8厘米，幅为11.2厘米，而在方格沙障内的同年生的植株高50.2厘米，幅13.7厘米，各种沙障的水分含水量測定在深20—60厘米沙层（根系分布层）内进行，平均含水量如下：

全面平鋪式沙障	2.21
带状平鋪式沙障	3.18
格状平鋪式沙障	2.18
半隐蔽式格状沙障	3.16

由此可見一般带状或格状沙障的水分条件都比全面平鋪式沙障好，对植物生长有利。方格沙障的格愈小，固沙作用愈大，在与主风垂直的方向，沙障的距离以1米到2米为宜，与主风平行的方向則可稍大，由一米到3米。

四

需要全本请访问 www.ertongbook.com