

騰格里沙漠沙坡头地区不同固沙

植物下沙层的水分状况

中国科学院治沙队一九六四年队务扩大会议



騰格里沙漠沙坡头地区不同固沙
植物下沙层的水分状况

自然条件和研究方法

陈隆亨 陈文瑞 陈秀贞

騰格里沙漠沙坡頭地區不同固沙 植物下沙層的水分狀況

植物固沙后流动沙丘沙层水分状况变化的研究，对查明固沙植物的需水规律，确定植物种的选择、配置和栽植密度，以加速流沙的固定，具有重大的理论和实践意义。为了加速包兰铁路中卫段对植物固沙及考虑到沙地的进一步合理利用，从1956年起，我们即在铁路所经过的沙坡头地区，结合铁路固沙开展了流动沙丘沙层水分状况的研究⁽¹⁾⁽²⁾，1962年又在以往的基础上进行不同固沙植物对沙层水分影响的观测。所得结果报导于下：

自然条件和研究方法

该地区处于半荒漠棕钙土地带，气候特点是干旱和大陆性，年平均降水量203毫米，夏季最高气温37℃，沙层表面温度达74℃，冬季最低气温-25℃，蒸发超过降水量的11—40倍，大于沙粒移动的风速（5米/秒）每年约有200天左右。

观测地段是起伏的格状新月形沙丘，沙层深厚，为单相的风成堆积物，地下水位埋藏在几十米以下，水分的补给主要依靠大气降水。

研究方法是采用定点定期观测，从5月12日开始，每十天测定一次，三次重复，105℃烘干称重。测点选在下列六个地段：(1)裸露的流动沙丘（以下简称流沙），用以作为对照；(2)1957年栽植的籽蒿（*Artemisia sphaerocephala*）；(3)1956年栽植的油蒿（*Artemisia ordosica*）；(4)1956年栽植的黄柳（*Salix flavida*）；(5)1957年栽植的樟条（*Caragana microphylla*）；(6)1957年栽植的花棒（*Hedysarum scoparium*）。这些植物都是经试验证明适宜于流沙上生长的。植物情况如下表（表1）及照片（照片1、2、3、4、5、6）。

表 1

各測点的固沙植物栽植和生长情况

項 目	籽 蒿	油 蒿	黃 柳	花 棒	檉 条
栽 植 年 限	1957 年秋	1956 年春	1956 年春	1957 年秋	1957 年秋
株 行 距 (米)	1.0×0.5	0.5×0.5	0.5×0.5	1.0×1.0	1.0×1.0
帶 距 (米)	—	3.0	3.0	3.0	3.0
株 高 (厘米)	59	44	69	38	41
当年枝长(厘米)	170	24	48	40	18
冠 幅 (厘米)	47×31	75×60	89×74	73×61	59×45
根系密集深度(厘米)	5-26	8-24	5-30	—	10-90

1962 年的生长期中，植物遭受到很干旱的考验，一月至六月份共降水 14.2 毫米，每次降下的数量均小于 1 毫米，仅能湿润极薄的沙层表面，雨后便很快地蒸发到大气中去，对沙层水分的增补和植物的生长无甚益处，直到 7 月份以后，降水才逐渐湿透沙层，供给植物利用（表 2）。

表 2 中卫县 1962 年降水日数及降水量统计

月 份	降 水 日 数 (日)							降水 量 (毫米)
	≥ 0.1 毫 米	≥ 0.2 毫 米	≥ 1.0 毫 米	≥ 5.0 毫 米	≥ 10.0 毫 米	≥ 20.0 毫 米	≥ 50.0 毫 米	
1		1						0.8
2			1					1.4
3								0.0
4			2					5.0
5	1		2					5.0
6			1					2.0
7	4	1	1	1		1		37.1
8	1		2	1		1		35.1
9	8	1	4	1	1	1		62.6
合計	14	3	13	3	1	3		142.0

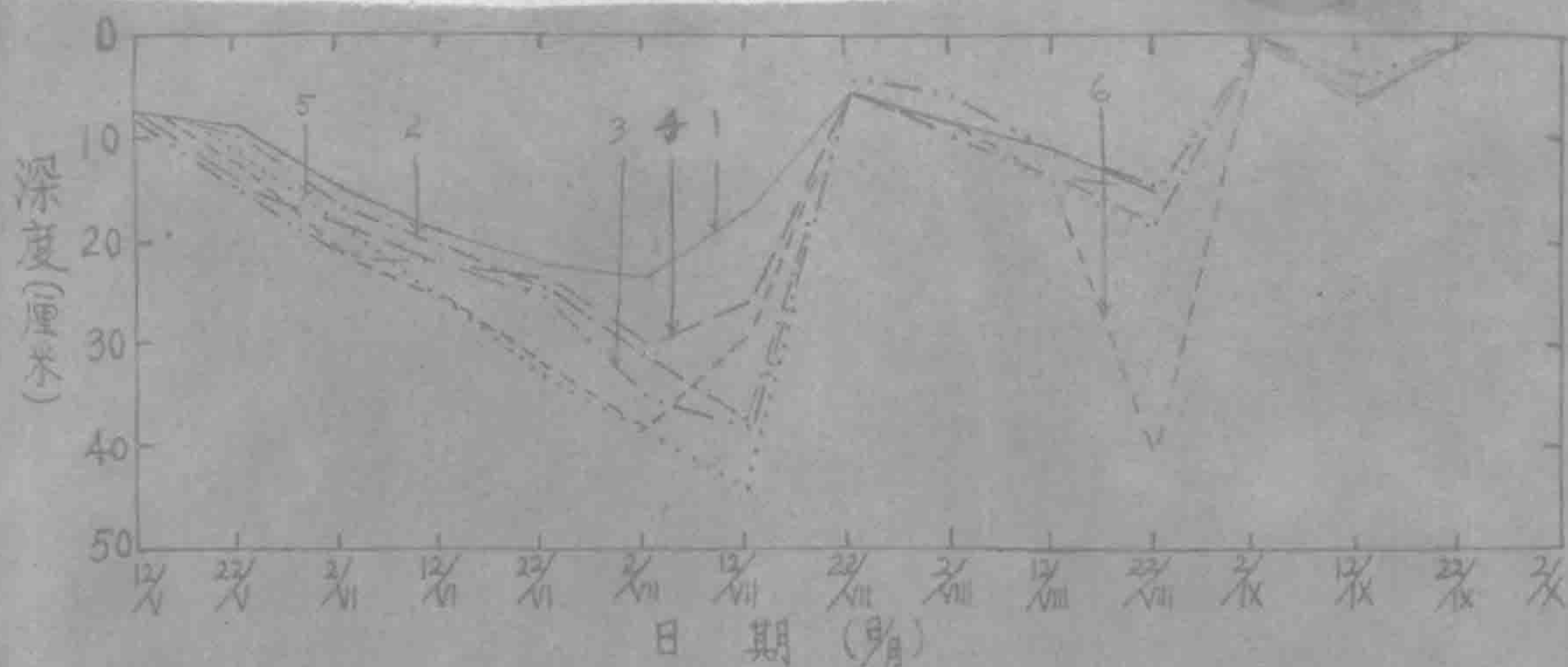
各地段沙的机械组成差异不大，仅在栽培植物的条件下，表面沙层的

物理性粘粒略有增加。测点的沙层中，主要为细沙（ $0.25-0.05$ 毫米），占99%以上，物理性粘粒（ <0.01 毫米）在1%以下⁽³⁾。沙层容重平均 1.52 克/厘米³，最大田间持水量3.7%，凋萎含水率0.61%。

沙层水分状况

观测开始时（5月12日）各地段的干沙层厚度（ $6.7-9.1$ 厘米）和沙层水分含量（2—3%左右）非常接近。但随着植物的生长和降雨的影响，沙层水分状况发生显著的变化。

在几乎未降雨的干旱时期（7月12日以前），地表干沙层逐渐增厚（图一）。流动干沙层平均厚度为 15.7 厘米，最大厚度23厘米，有



图一 裸露流沙及固沙植物地段地表干沙层厚度变化

1——裸露流沙 2——籽蒿 3——油蒿
4——黄柳 5——柠条 6——花棒

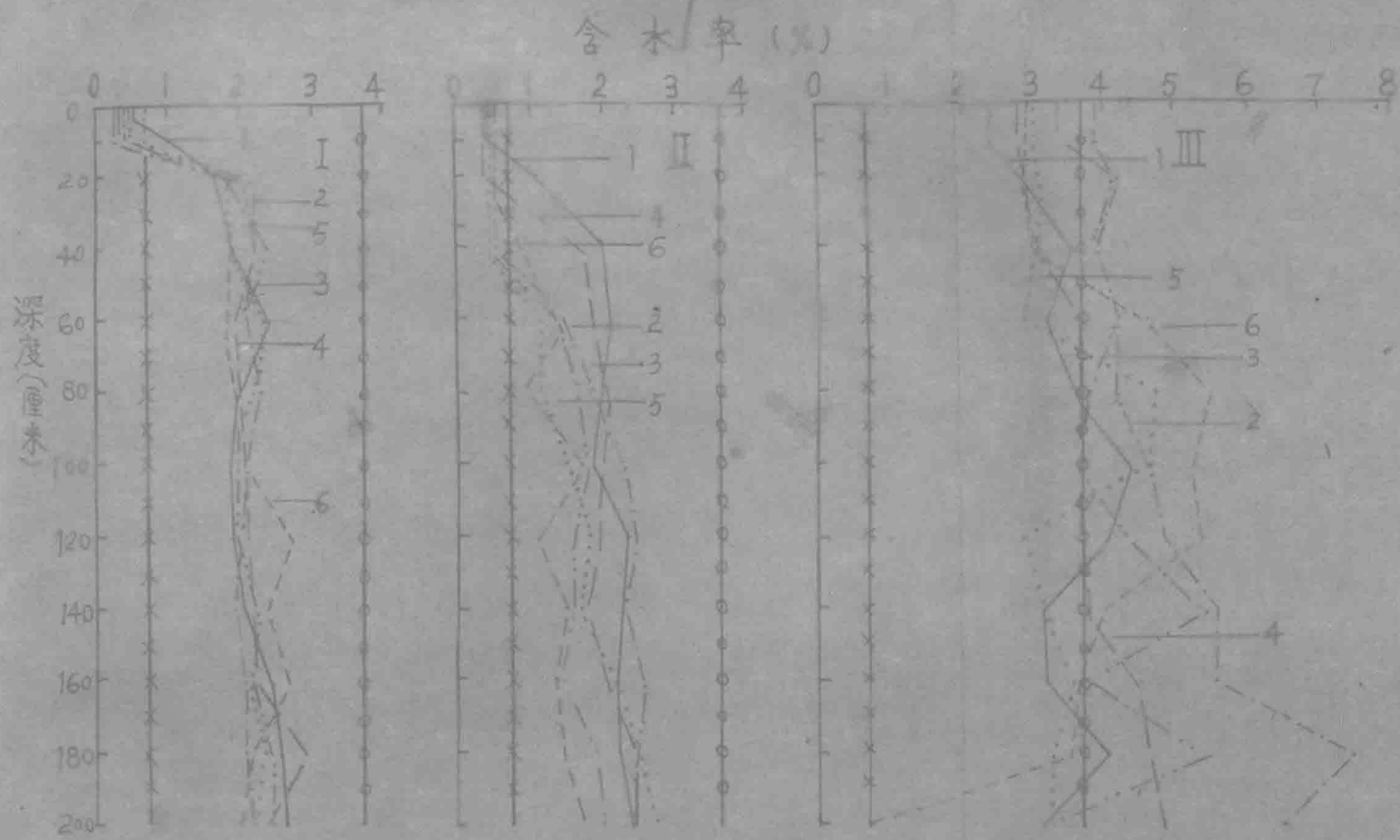
植物地段相应地增厚为：黄柳2.0厘米和3.0厘米，籽蒿20.8厘米和37.0厘米，花棒21.8厘米和38.0厘米，油蒿23.2厘米和38.0厘米，柠条25.6厘米和43.3厘米。这种不同厚度的干燥沙层的湿度由于蒸发和植物的吸收，含水率在0.5%左右，处在凋萎湿度以下，不能为植物利用。7月12日以后，则干沙层厚度随着降雨而逐

渐变浅，甚至消失。

沙层中的水分变化，明显地可分为两个阶段。干旱的7月12日以前主要是水分消耗时期，7月12日以后主要是水分补充时期（表3图二）。5月12日开始测定时，植物正值生长初期，各地段沙层中的水分含量均接近于未长植物的流沙，含水率2—3%，处于凋萎湿度和最大田间持水量之间，可利用水分在1%以上，适宜于固沙植物生长，至7月12日，植物地段得到最大程度的疏干，除籽蒿外，1.5米深层内的水分大部降至2%以下，在0—40厘米的上层，甚至达到凋萎湿度以下，植物勉强维持其生命；到10月2日，因降雨补充了沙层水分，达最大田间持水量以上，特别是有植物地段较流沙地段增加得多，这对当年的植物生长需要和下一年的水分蓄积创造了条件。从各植物耗水情况来看（表3，图三），以籽蒿消耗最少，增加最多，除7月上中旬短时间内使80厘米深度疏干到1—2%以下外，整个干旱时期，接近于不长植物的流沙地段，在30厘米以下，沙层水分保持在2—3%之内；9月份以后湿度达到4—5%，甚至5%以上，超过流沙地段。花棒耗水最多，从测定时间（5月12日）开始，80厘米深度内，沙层的水分含量已小于1—2%，5月下旬至8月末，2米深度以内，水分含量降低在1—2%以下，7月以后的降水也没有使沙层湿透到100厘米，直至9月以后，湿透尚未达到2米深处。油蒿2米深度内，沙层的水分从5月末开始强烈地减少，达1—2%以下，直至8月下旬才补充到2—3%以上，9月后沙层保持的水分仅次于籽蒿地段。樟条5—6月份消耗水分主要在1米深度以内的沙层，使达1—2%以下，它仅次于花棒而占居第二位；7月12日以后耗水也特别强烈，9月中旬以前，1米深度内的水分还没有被降水恢复到2%以上，直至9月下旬才被湿透。黄柳的耗水情况仅较籽蒿为多，它只消耗1.5米以内沙层中的水分，其下一直保持在稳定含水（2—3%）程度，9月中旬以

表3 裸露流沙及固沙植物地段生长初、中、后期沙层水分变化(%)

地段	深度 (厘米)	5月 12日	7月 12日	10月 2日	地段	深度 (厘米)	5月 12日	7月 12日	10月 2日
裸露 流沙	0-10	1.07	0.42	2.48	黄柳	0-10	0.32	0.41	2.85
	20	1.67	1.08	2.90		20	2.08	0.41	2.97
	40	1.91	2.05	3.62		40	2.26	1.78	3.13
	60	2.40	2.14	3.28		60	2.00	1.86	3.72
	80	2.02	2.02	3.70		80	2.04	2.11	3.72
	100	1.83	1.88	4.44		100	2.14	2.00	3.72
	120	1.90	2.37	4.13		120	2.02	2.00	3.75
	140	2.03	2.33	3.19		140	2.21	1.81	4.89
	160	2.43	2.24	3.27		160	2.18	2.10	4.50
	180	2.59	2.29	4.11		180	2.95	2.52	4.62
	200	2.66	2.39	3.22		200	2.39	2.47	4.82
	平均0-100	1.81	1.60	3.40		平均0-100	1.81	1.43	3.35
	平均0-200	2.05	1.84	3.48		平均0-200	2.05	1.77	3.88
籽蒿	0-10	0.29	0.50	3.47	樟条	0-10	0.67	0.49	3.09
	20	2.18	0.50	4.31		20	1.81	0.49	3.15
	40	2.22	0.50	3.99		40	1.94	0.49	3.04
	60	2.09	1.62	4.27		60	2.33	1.19	2.94
	80	2.26	1.86	4.29		80	2.23	1.20	4.75
	100	2.10	2.36	4.66		100	1.89	1.53	4.64
	120	2.16	2.52	4.89		120	2.05	1.85	2.89
	140	1.98	2.33	5.59		140	2.25	1.73	3.19
	160	2.12	2.65	5.58		160	2.21	2.24	3.59
	180	2.09	2.46	7.50		180	2.35	2.45	3.34
	200	2.17	2.42	6.48		200	2.19	2.78	3.27
	平均0-100	1.86	1.00	4.17		平均0-100	1.81	0.90	3.60
	平均0-200	1.97	1.79	5.00		平均0-200	1.99	1.49	3.44
油蒿	0-10	0.45	0.46	3.96	花棒	0-10	0.45	0.43	3.01
	20	1.77	0.46	4.20		20	1.93	0.43	2.89
	40	2.42	0.46	3.99		40	1.88	0.90	3.08
	60	2.02	1.41	4.26		60	1.82	1.39	4.63
	80	1.93	1.69	3.86		80	1.93	1.01	5.49
	100	2.06	1.83	3.69		100	2.18	1.73	5.25
	120	1.98	1.68	4.33		120	2.74	1.21	5.42
	140	2.27	1.70	5.47		140	2.49	1.58	4.06
	160	2.16	1.46	3.92		160	2.71	1.37	3.70
	180	2.44	1.88	5.50		180	2.23	1.52	3.62
	200	2.48	2.08	3.19		200	2.10	1.78	0.76
	平均0-100	1.78	1.05	4.00		平均0-100	1.70	0.88	4.06
	平均0-200	1.82	1.37	4.21		平均0-200	2.04	1.21	3.81



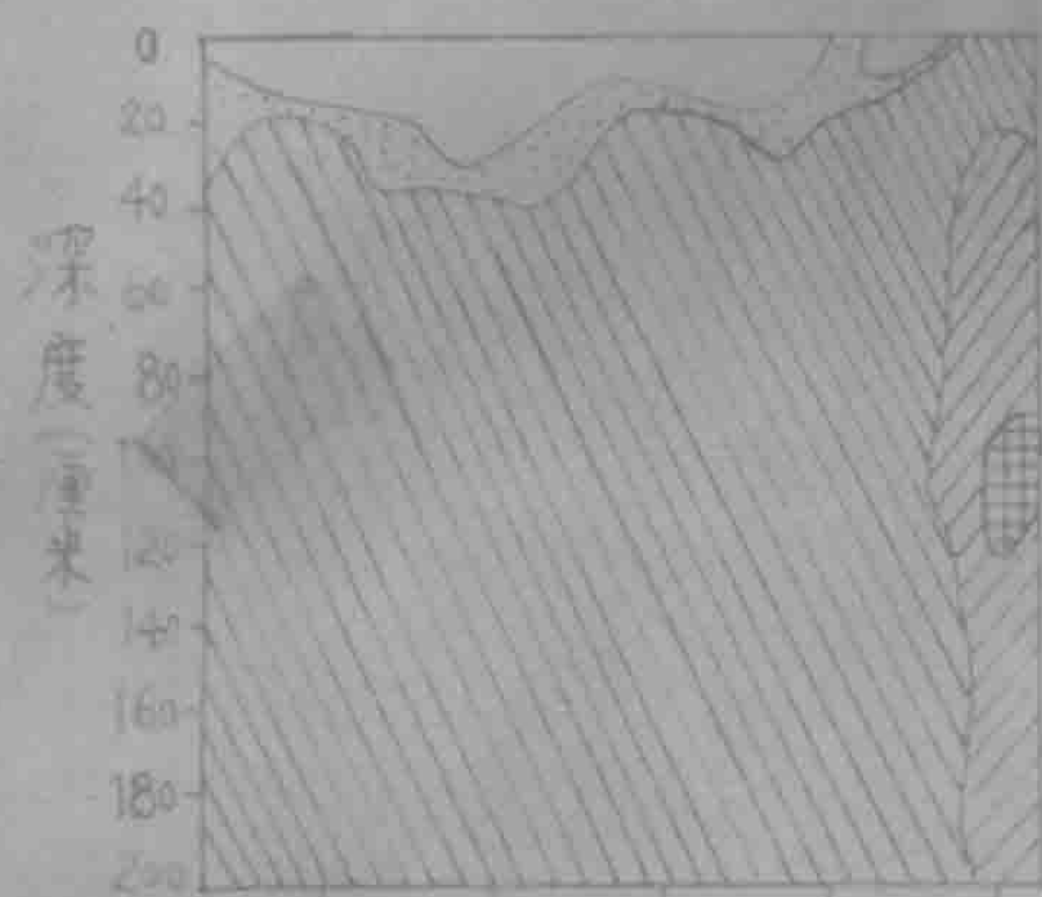
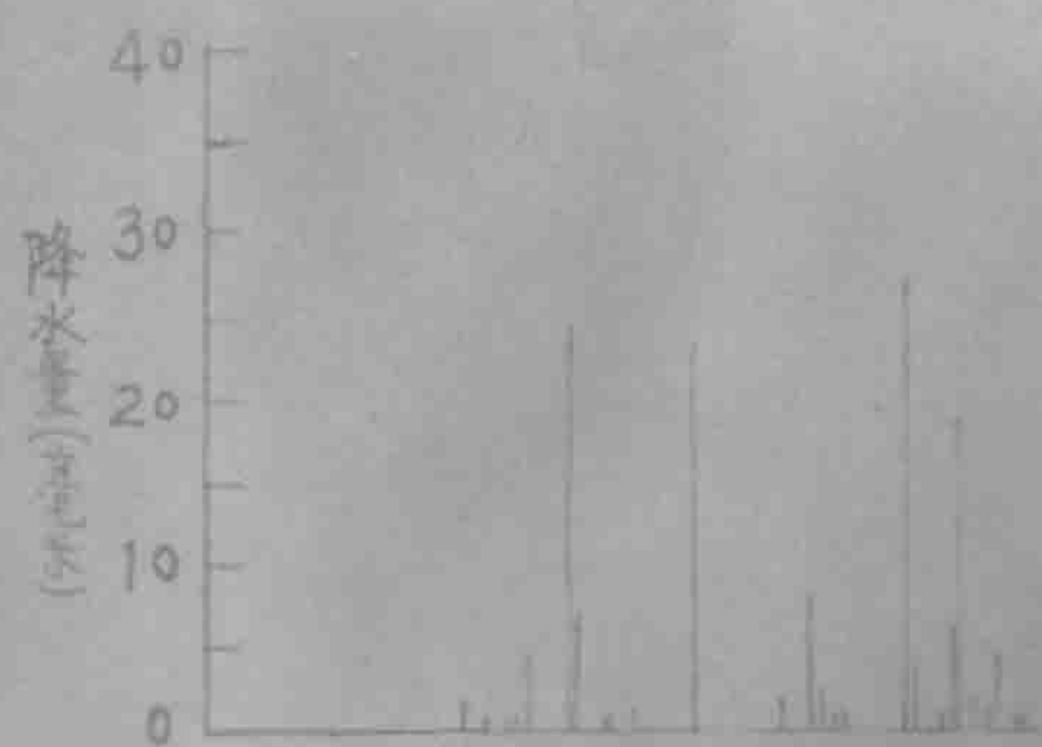
图二 裸露流汶及固沙植物地段沙层湿度分佈

I — 5月12日 II — 7月12日 III — 10月2日

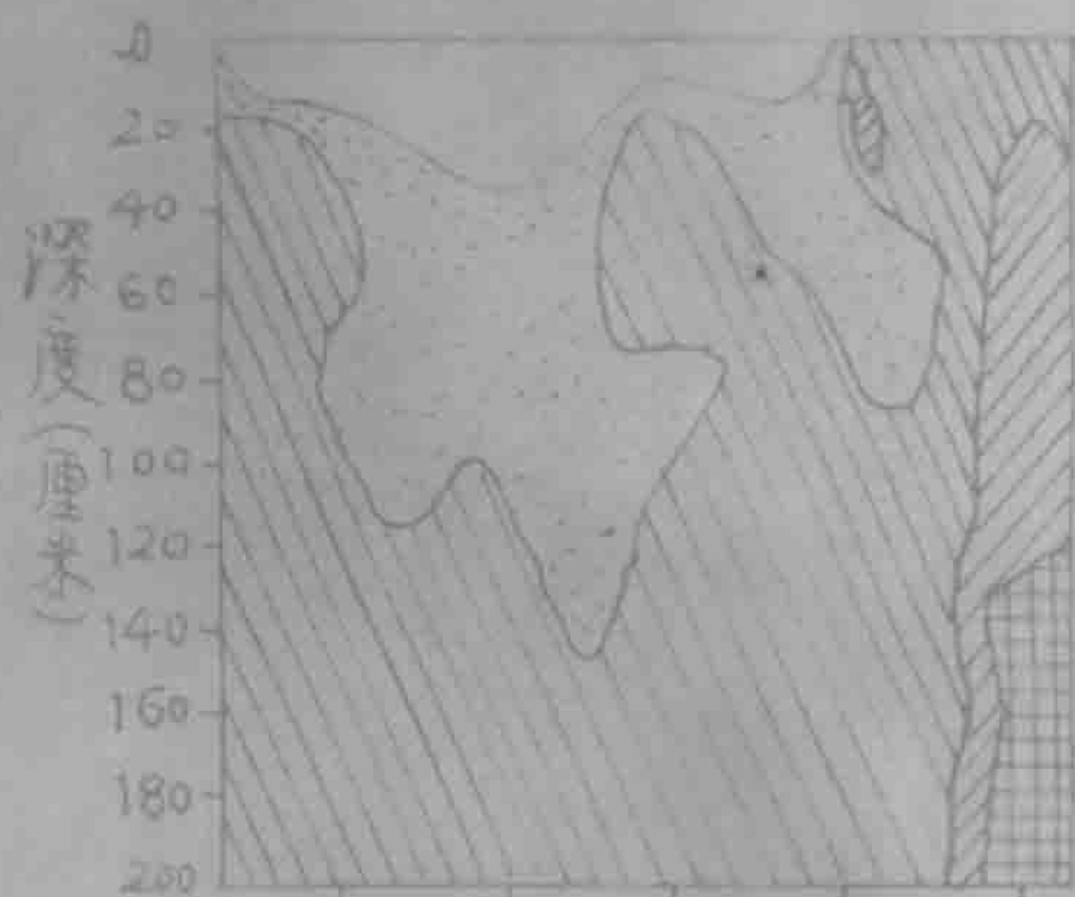
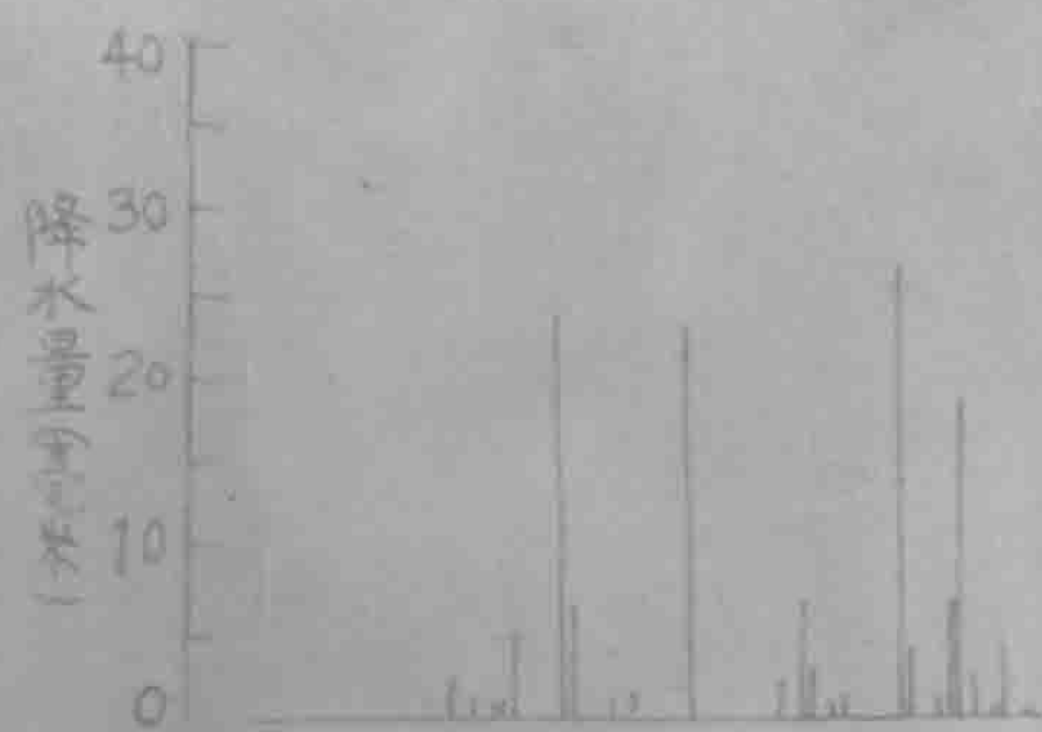
1 — 流汶 2 — 料蒿 3 — 油蒿

4 — 黄柳 5 — 柠条 6 — 花棒

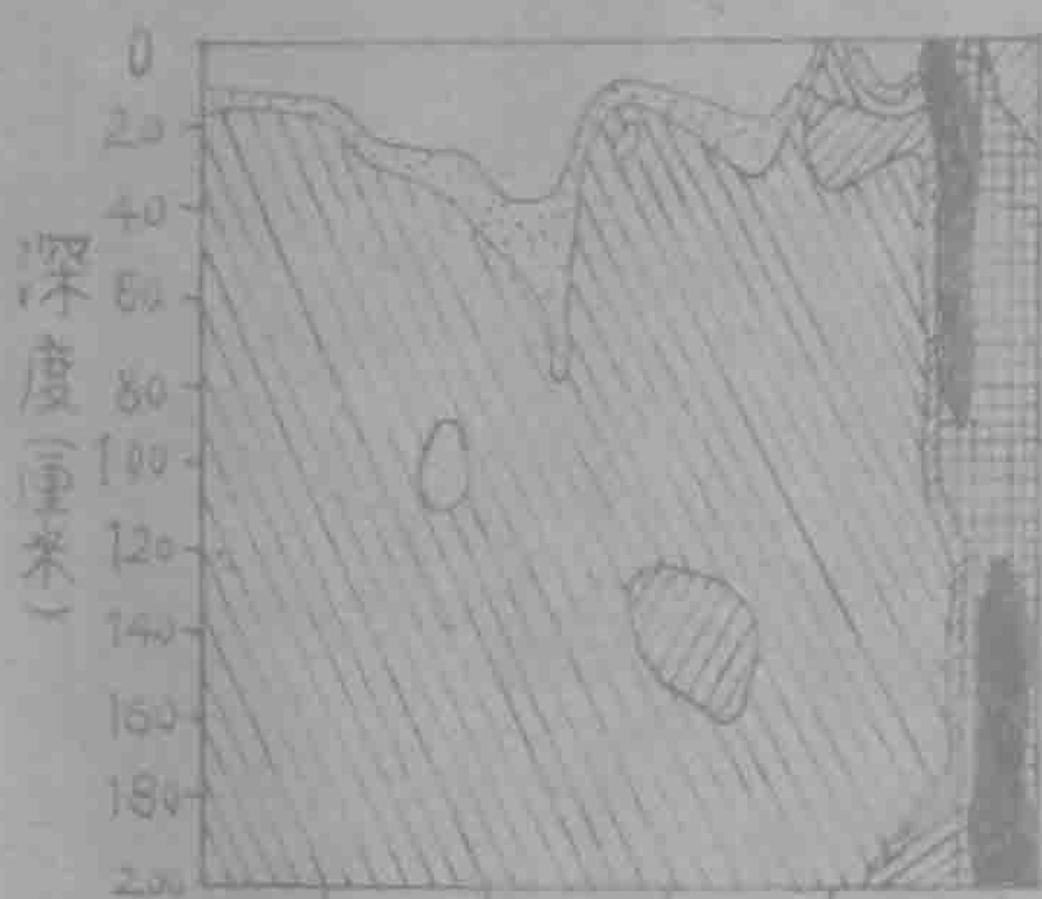
× × × × × 凋萎湿度 ○ ○ ○ ○ ○ 最大田间持水量



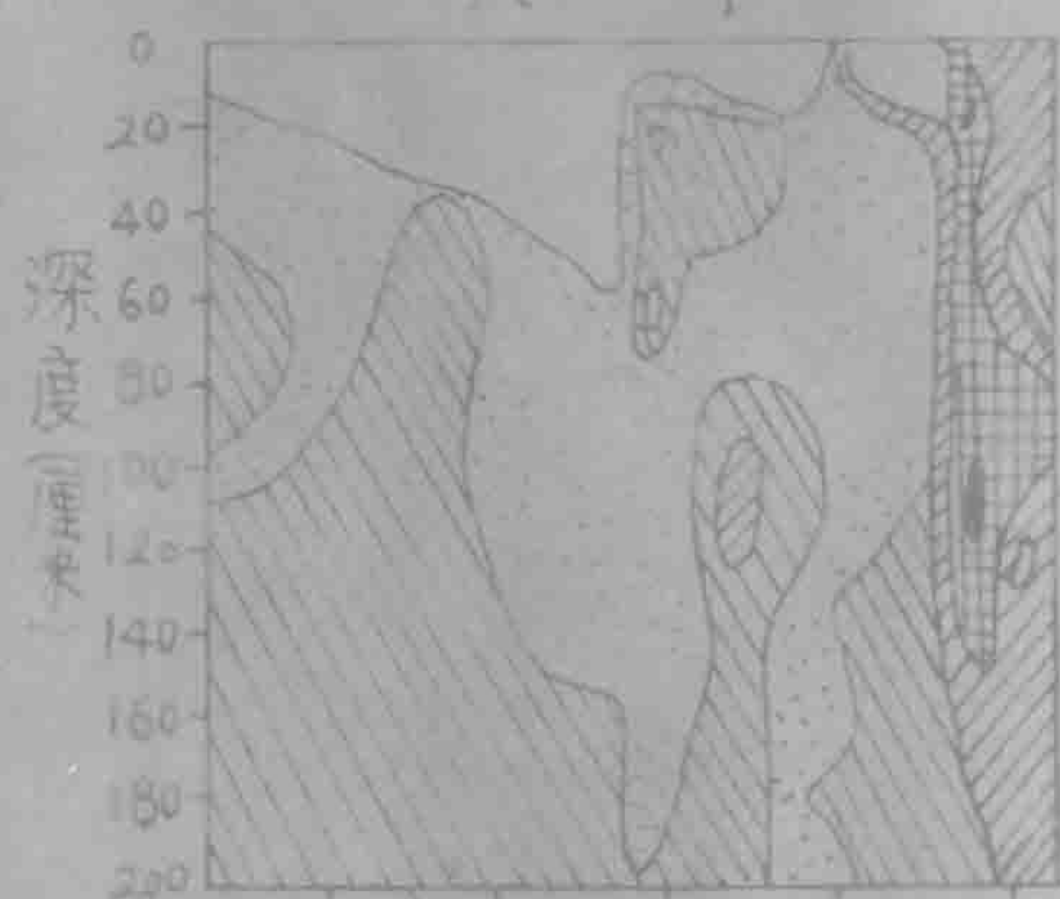
裸露流沙



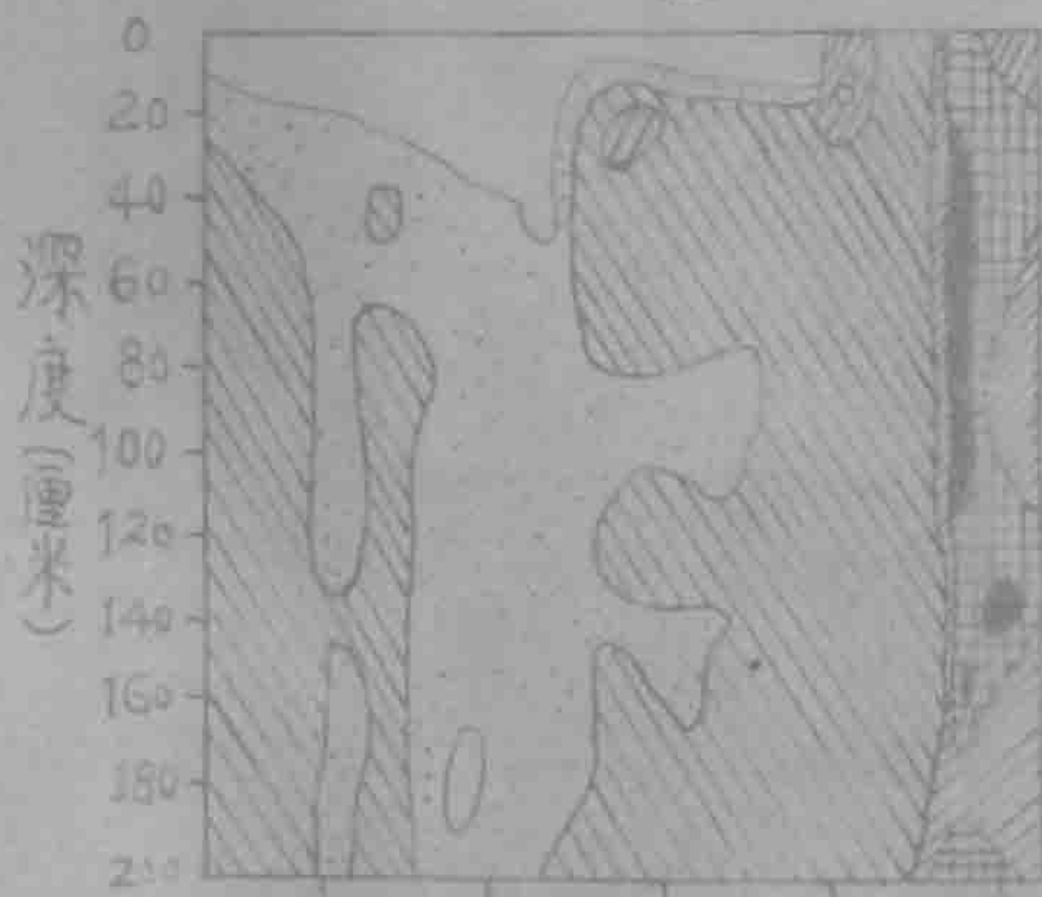
黄柳



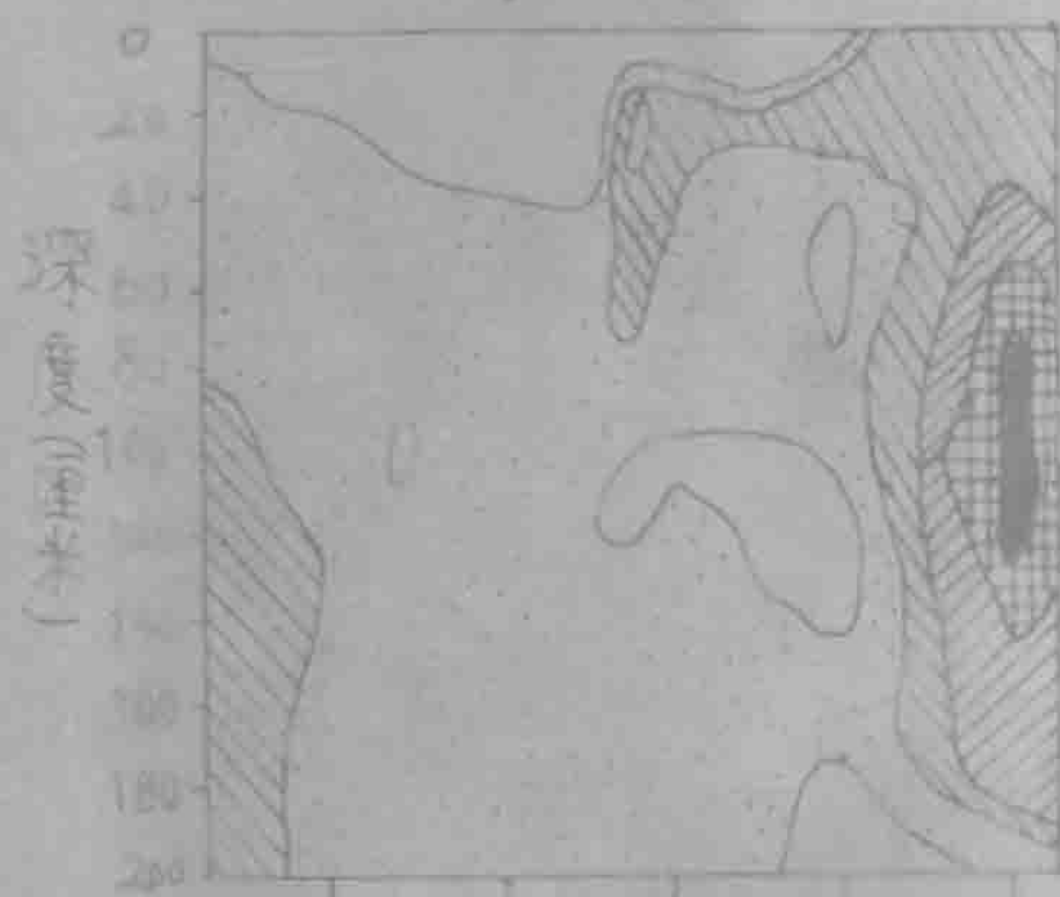
籽蒿



柠条

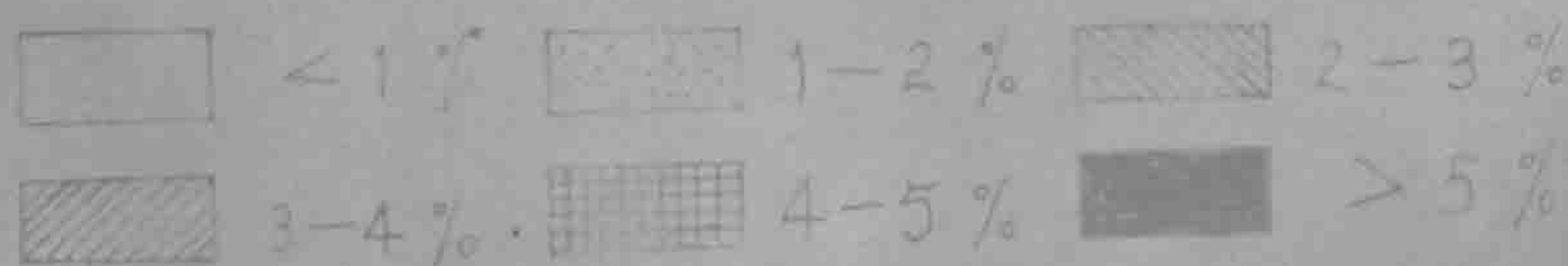


油蒿



花棒

图三 裸露流沙及固沙植物地段沙层湿度等值线图
(绝对干土重量的百分率)



后，沙层湿透到2米。综合上述及从表3的统计数字可以看出，7月12日以前，各地段水分的消耗次第是：在2米深沙层内为花棒>樟条>油蒿>黄柳>籽蒿>流沙，1米深沙层内为樟条>籽蒿>油蒿>花棒>黄柳>流沙。这显然与植物的吸收有关。7月12日以后，2米深沙层水分增加的次第是：籽蒿>油蒿>花棒>黄柳>樟条>流沙，1米深度内增加的次第是：籽蒿>花棒>油蒿>樟条>黄柳>流沙。乃由于降水所补给。

固沙植物的水分保证

由于流沙的粗松性，降水(半荒漠条件下)能较深的透入沙层。由此各个地段虽然在干旱季节由于蒸发和植物的吸收大量消耗了贮存的水分，但雨季的降水可以充分补给，形成大量的水分(超过最大田间持水量)蓄积(表4)。当5月12日开始测定时，各地段0—100厘米沙层的水分蓄积为：流沙27.97毫米，籽蒿30.10毫米，油蒿29.05毫米，黄柳29.30毫米，樟条28.25毫米，花棒27.35毫米；0—200厘米层的水分蓄积为：流沙63.27毫米，籽蒿62.26毫米，油蒿63.67毫米，黄柳64.67毫米，樟条61.84毫米，花棒65.32毫米。这些水分能供固沙植物的正常生长利用。7月12日沙层中水分蓄积为：0—100厘米深度内，流沙26.86毫米，籽蒿20.02毫米，油蒿17.09毫米，黄柳24.79毫米，樟条14.17毫米，花棒16.60毫米；0—200厘米深度内，流沙62.26毫米，籽蒿57.66毫米，油蒿43.85毫米，黄柳57.92毫米，樟条47.54毫米，花棒39.32毫米。10月2日沙层中水分蓄积为：0—100厘米深度内，流沙53.90毫米，籽蒿62.14毫米，油蒿60.43毫米，黄柳52.29毫米，樟条56.27毫米，花棒65.06毫米；0—200厘米深度内，流沙107.89毫米，籽蒿153.54毫米，油蒿128.56毫米，黄柳120.93

表4

裸露流沙及固沙植物地段沙层水分蓄积变化(毫米)

地段	深度 (厘米)	5月		6月			7月			8月			9月			10月 2日	5月12日 至7月12日 消耗数	7月12日 至10月2日 增加数
		12	22	2	12	22	2	12	22	2	12	22	2	12	22			
裸 露 流 沙	0-40	9.96	11.08	11.08	8.92	8.53	7.76	8.51	15.77	12.02	11.94	7.23	13.14	10.63	—	19.18	1.45	10.67
	40-100	18.01	19.72	21.06	17.84	20.67	19.98	18.35	29.52	24.53	23.99	21.17	22.43	21.82	—	34.72	-0.34	16.37
	100-200	35.30	35.91	38.00	31.70	37.84	37.70	35.40	38.90	38.66	34.47	38.24	33.22	33.58	—	53.99	-0.10	18.59
	0-200	63.27	66.71	70.14	58.46	67.04	65.44	62.26	84.19	75.21	70.40	66.64	68.79	66.06	—	107.89	1.01	45.63
柠 檬 高	0-40	10.50	11.38	11.49	9.13	7.55	6.84	2.28	12.77	10.97	10.94	10.61	17.83	16.28	35.01	23.95	8.22	21.67
	40-100	19.60	18.91	18.81	20.75	20.33	19.20	17.74	24.65	22.13	23.37	20.21	23.44	20.64	47.94	38.19	1.86	20.45
	100-200	32.16	34.57	32.28	33.33	33.96	33.24	37.64	38.40	41.84	42.76	35.77	38.91	38.70	54.72	91.40	-5.48	53.76
	0-200	62.26	64.86	63.58	63.23	61.34	62.30	57.66	75.82	74.94	77.07	66.59	80.18	75.62	137.57	153.54	4.60	95.88
油 桐 高	0-40	10.73	9.66	8.46	7.54	6.53	6.44	2.10	14.10	14.04	10.90	11.30	17.41	17.46	33.29	24.53	8.63	22.43
	40-100	18.32	22.61	17.82	19.78	15.77	14.20	14.99	19.22	13.46	17.51	21.76	21.10	17.91	49.79	35.90	3.33	20.91
	100-200	34.62	37.05	29.83	34.35	31.61	23.11	26.76	34.16	33.14	32.40	34.50	36.39	35.95	69.35	68.13	7.86	41.37
	0-200	63.67	69.32	56.11	61.67	53.69	45.73	43.35	66.46	65.64	60.81	67.53	74.80	71.32	152.93	128.56	19.82	84.71
黄 柳	0-40	10.52	10.44	8.93	4.22	6.99	6.39	6.65	14.44	10.33	9.19	7.89	14.33	11.20	—	18.36	3.87	11.71
	40-100	18.73	22.40	17.60	13.45	18.45	15.68	13.14	16.30	19.12	20.63	18.67	15.11	17.12	—	33.93	0.64	15.79
	100-200	35.37	39.68	39.06	36.56	36.02	34.19	33.13	33.05	37.14	37.32	36.89	37.29	32.61	—	68.64	2.24	35.51
	0-200	64.67	72.52	65.59	54.23	61.46	56.26	57.92	63.75	66.59	67.14	63.45	66.73	60.93	—	120.93	6.75	63.01
樟 树	0-40	8.66	9.32	8.79	7.23	8.72	4.20	2.25	12.04	12.23	12.60	8.84	14.34	—	30.31	18.73	6.41	16.48
	40-100	19.59	18.24	17.05	19.15	20.18	16.27	11.92	21.84	19.16	21.07	18.63	13.87	—	35.58	37.54	7.67	25.62
	100-200	33.59	32.86	51.84	36.21	35.46	31.98	33.37	29.70	33.57	40.42	26.18	28.84	—	54.74	49.49	0.22	16.12
桑	0-200	61.84	60.42	57.68	62.59	64.36	52.36	47.54	63.58	64.96	74.09	53.65	57.05	—	120.63	105.76	14.30	58.22
花 棒	0-40	9.32	9.32	7.43	5.39	4.72	4.49	4.04	15.25	9.88	8.14	—	10.79	—	—	18.33	5.28	14.29
	40-100	18.03	17.30	15.44	11.18	13.70	12.00	12.56	17.12	12.76	12.53	—	8.39	—	—	46.73	5.47	34.17
	100-200	37.99	35.34	27.64	28.42	22.05	20.94	22.72	20.58	19.82	16.87	—	12.93	—	—	53.38	15.25	30.66
	0-200	65.32	61.86	50.51	44.99	40.49	37.43	39.32	43.95	42.46	37.54	—	32.11	—	—	118.44	26.00	79.12

毫米，樟条 105.76 毫米，花棒 118.44 毫米。从 5 月 12 日至 7 月 12 日，各植物地段 0—200 厘米层内耗水在 4.6—26 毫米，而 7 月 12 日至 10 月 2 日补充的水量则在 58—95 毫米之间，远远超过所消耗的数量，并高于生长初期的水分蓄积。

按 1 米深沙层的凋萎水分蓄积 10.18 毫米，2 米深为 20.37 毫米计算，即使是最干旱的季节，各地段的沙层中还保存有一定的有效水分供给植物利用，以维持其最低生活状态。同时，也还应该指出，我们测定的凋萎湿度是用大麦进行的，木本植物的凋萎湿度较农作物为低⁽⁴⁾，故植物在 0—40 厘米层的含水量虽处在凋萎湿度以下，也不致死亡。等到雨季来临，沙层水分逐渐得到补充，植物又能活跃的生长。并且雨季积蓄的水分为下一年的生长期作好准备（表 5）。

表 5 裸露流沙及固沙植物地段生长初、中、后期沙层中可利用水分蓄积（毫米）

深度	裸露流沙			籽蒿			油蒿			黄柳			樟条			花棒		
	5月12日	7月12日	10月2日	5月12日	7月12日	10月2日	5月12日	7月12日	10月2日	5月12日	7月12日	10月2日	5月12日	7月12日	10月2日	5月12日	7月12日	10月2日
0—20	1.05	5.89	11.04	15.11	0.12	1.74	19.82	6.65	19.77	20.44	6.35	24.81	14.29	4.55	15.21	14.64	5.16	40.31
20—40	1.73	12.24	28.61	13.49	11.63	32.08	12.21	8.23	21.15	12.67	12.03	27.52	13.48	5.19	31.45	11.92	1.45	40.62
40—60	2.51	25.23	43.81	21.98	27.46	41.22	24.44	16.25	27.05	25.19	22.95	53.46	22.44	23.19	39.31	27.81	12.54	32.6
60—80	4.83	41.19	87.53	41.90	39.09	133.14	43.31	25.61	107.70	43.31	37.46	18.77	41.18	29.37	35.71	33.88	8.99	47.14

结 论

1. 与裸露的流沙比较，固沙植物地段在干旱期中，地表干沙层增厚较大，其次第为樟条 > 油蒿 > 花棒 > 籽蒿 > 黄柳 > 流沙；

2. 雨季之前，由于根系的吸收，固沙植物地段比裸露流沙地段水分含量显著地减少，0—100 厘米层内次第为樟条 > 籽蒿 > 油蒿 > 花棒 > 黄柳 > 流沙，0—200 厘米层的次第为花棒 > 樟条 > 油蒿 > 黄柳 > 籽蒿 >

流沙；雨季来临后，沙层被降水补给，各地段均可获得超过最大田间持水量的湿度（以后将逐渐降至稳定含水湿度）蓄积，其增加的次第为：0—100厘米层是籽蒿>花棒>油蒿>樟条>黄柳>流沙，0—200厘米层是籽蒿>油蒿>花棒>黄柳>樟条>流沙。

3. 观测地段的流沙水分状况能保证上述栽植5—6年的固沙植物生长。虽然干旱期间植物消耗大量水分，但雨季能给以充分的补给。进一步证明该地区流动沙丘沙层的水分状况能保证植物固沙的需要。

参 考 文 献

(1) 陈文瑞、张继贤：流动沙丘水分状况与固沙造林。 治沙研究

第四号 科学出版社 1962年

(2) 李鸣岡等：包兰铁路中卫段腾格里沙漠地区铁路沿线固沙造林的研究。

林业集刊 第三号 科学出版社 1960年

(3) 陈隆亨、陈文瑞：人工固沙造林下流动沙丘土壤性质变化1962

年总结。中国科学院治沙队土壤组 1962年 油印稿

(4) Степанец, И. Т. Об особенностях расхода
Влаги Березовыми и Вязовыми насаждениями на
Темно-Каштановых почвах приуралья.

Почвоведение 1962. 9