
騰格里沙漠東南邊緣
格狀新月形沙丘
凝結水的研究

一 前 言

二 測定方法

三 測定結果

(一) 利用上述方法測得的結果

(二) 40 ~ 50 厘米沙层中之凝結水

四 总 結

騰格里沙漠东南部边缘格状新月 形沙丘沙层凝结水的研究

(1961年工作总结之二底稿)

一. 前言

我們所說的凝结水，是指水气凝结在沙层中沙粒上的那部分液态水分，而不是凝结在地表上，或其他物体上那部分水分。前者称为土壤凝结水，后者称为露水。

我們的試驗地区，属于半荒漠地区，該区特点是，降水少，分布不均匀，多集中于秋季，夏季几乎无雨，有时还出现极干旱年，降水不足90毫米。格状沙丘隱定含水率为2~3%，凋萎含水率为0.68%，实际有效水为1.32~2.32%，为数甚微。因而，每逢旱季或旱年，对固沙植物的生存都有着很大威胁，同时也是人们最担心的问题。但是，根据现有实测资料看来，沙层中确实有凝结水存在，其易经数小时，或一昼夜，即可补给1米沙层0.15~3.02立方公尺/公顷。不难設想，这样多的水分，会大大提高实际有效含水率，它对保証固沙植物渡过旱季或旱年有很大作用。

严格說来，此项工作仅仅是个开端，並偏重于測定方法的試驗方面，我們认为第五种方法比较接近实际情况，所以，也是本文討論的重点。本文也将前两年所用过的方法及測得的数据一并列入文内，供今后工作参考。

二. 观测方法

从现有资料看来，研究者们用过许多方法。如耿宽宏曾用过梯度法和电测水分仪測定土壤湿度方法，于H. Бахатовцев-Скрябин在阴棚下設置无底试孔和有底试孔測定过凝结水，П. З.

~ 2 ~

НИКИТИН和Л.Н.БЕРЕБИХИНА 用小玻璃杯装泥状土放置在钻孔内，测定过称林土址之凝结水³。此外，有的学者在土坑壁上直接取样测定凝结水⁴，也有观测沙层相对湿度变化藉此计算凝结水。观测方法正确与否，直接影响到成果。我们认为在选择方法时，应考虑到以下因素的影响。

- 1) 不应有雨水参与；
- 2) 测定地较空气应自由通过，不得受阻挡；
- 3) 不应有膜状水参与，或设法分开；
- 4) 样品不应受露水或大气温度之影响；
- 5) 试样温度最好与测定地较沙的温度相同。

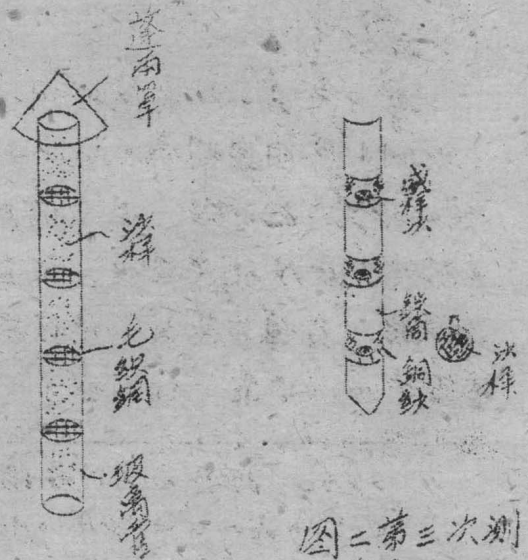
三年来我们曾用过五种方法，并根据上述见解，逐年改进，现分述如下：

图一是第一种方法略图。该装置是由直径 $\approx 6\text{cm}$ 的玻璃管，毛织网和遮雨罩拼成。测定时，管中装入接近最大吸湿量（0.26~0.39%）的沙样，层次间用毛网隔开，垂直插入沙中，经一个月取出，分层测定湿度，放置时的湿度减去观测时的湿度，正值凝结，负值为蒸发。该方法缺点在于，空气受管壁阻碍，只能垂直流通，不能平行交换；

-
1. 1960. 民助站工作总结； 2. Э.Н.Благовеценский. о конденсационной влаге в почвах луговых праст-
быни СССР и их освоение II； 3. П.Н.НИКИТИН-
И Л.Н.БЕРЕБИХИНА. о конденсации водяной-
х паров. Воздуха в почве лесных насаждений.
Лесовое ведение. 1949. No. 12； 4. 见 the w-
ater sorption of pine plants - 文（打字
材料）

第二种方法是取样法^{*}。即先将预测地较之沙挖松，渗混，使颗粒及水分混合均匀，后，压紧，放置数天，在其上打鑽取样测定含水量，比较相邻两次含水量之差而得凝结水值。此方法亦有缺点，即颗粒不易混合均匀，历次样品本身含水量存在差异，其次是，颗粒上有膜状水移动，难与由水气凝结之液态水分开。

图二是第三种方法。它是由直径 7 cm 铁筒，铜沙网和网状沙盘拼成。铁筒分数节，两端焊死，节间用铜沙连接，在连接处内置盛样沙网，样品用纱布包扎，放置在沙网上，观测时，将筒垂直放入在钻孔内，过数时或数天秤量样品重量变化，烘干后求出含水量。它的缺点是，观测时，必须将筒拔出，因而筒壁与钻孔壁之沙不能密接，存有空隙，空气可直接侵入，影响有正确性。

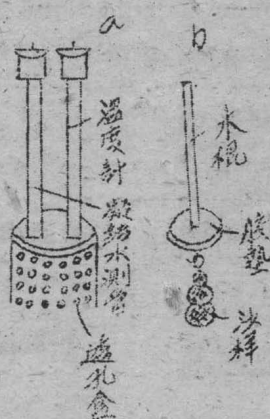


图二第三次测定装置

图一第一次测定装置 (1959)

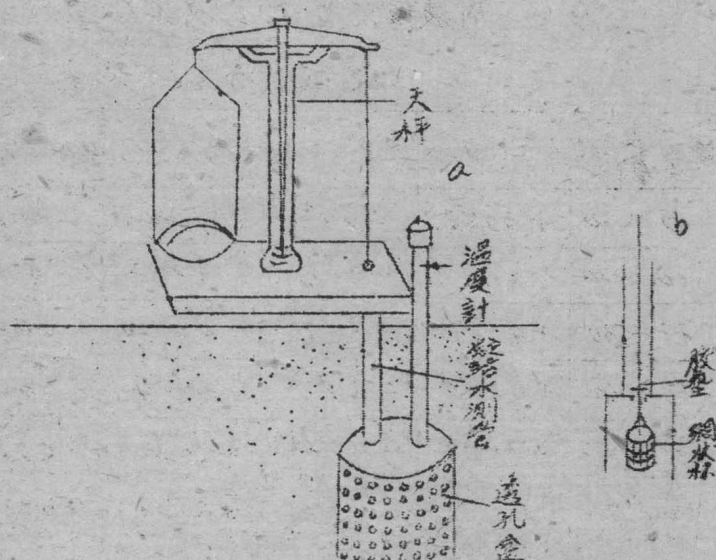
图三是第四种方法略图。其下端为一带孔盒，上面焊一铁管，一管接温度计，一管装沙样，沙样是用纱布包扎的，放在木棍下端胶垫的下面。当样品放入筒时，样品就装在带孔盒内，胶垫可将筒孔堵住，空气不能侵入。观测时，藉反复秤量样品重量变化求得凝结值。此法缺点是，样品必须取出秤量，需一段时间，难免水分损失。

* 1960年试用过。



图三第四次测定装置
(1961)

a 外形
b 筒内装置



图四第五次测定装置 (1961)

a 外形
b 筒内装置

图四是第五种方法。它与图三不同地方是 样品不须取出，用网状杯装置，直接掛在天秤钩上，打开天秤即可秤量，放下天秤胶垫将管孔自动盖住，空气不得侵入。

三、测定结果：

利用上述方法测得的结果

表一是 1959 年利用玻璃管装置测得的结果。从中看出整个 80 cm 层 6 月 25 日至 7 月 25 日凝结率为 0.088 ~ 0.194%，8 月 26 日 ~ 9 月 25 日为 0.002 ~ 0.172%，9 月 26 日 ~ 10 月 25 日，30 cm 以下各层有凝结 为 0.01 ~ 0.10%，10 月 26 日 ~ 11 月 25 日为 0.025 ~ 0.072%，其余时间蒸发占绝对优势。用此法测得的大、小范围为 0.002 ~ 0.194%。

表一 用玻管测定松状沙丘沙层凝结水试验结果

(绝对干沙重的%)

1959

深度 厘米	6.25~7.25	7.25~8.25	8.25~9.25	9.25~10.25	10.25~11.25	11.25~12.25
0~10	+0.088	-0.075	-0.014	-0.011	+0.069	-0.042
10~20	+0.141	-0.024	+0.002	-0.009	—	-0.108
20~30	+0.128	-0.070	+0.018	-0.002	+0.025	-0.129
30~40	+0.135	-0.029	+0.034	+0.010	-0.000	-0.152
40~50	+0.198	-0.020	+0.021	+0.026	-0.032	-0.157
50~60	+0.178	—	+0.172	+0.039	-0.029	-0.146
60~70	+0.194	—	+0.061	+0.069	-0.010	-0.174
70~80	+0.167	—	+0.088	+0.101	+0.072	-0.070

表二是利用第二种方法测得的数据，可以看出，除地表层外，最高凝结值为 0.254%，最低为 0.041%。

关于第三种方法，我们仅观测数次，认为存在问题不少，中途停止了观测。

表三是利用第四种方法测得的数据，从中看出，7时均为蒸发，19时除个别数值外，均为凝结，其值由 0.01~0.10%。该凝结时间正好与表当时相反。应该说明，观测时，23日和25日为阴天，24日降雨 0.4 mm，风速 0.1~1.2 m/s。

用第五种测得的数据列于表中，该方法获得的最低与最高值为 0.001~0.002%。

比较上述方法测得的最高与最低值不难看出（见表4），虽然测定时间不同，天气状况不一，前三方法之值较高，后一方法最低，我们认为第五种方法比较接近实际情况。

（二）40~50厘米沙层的凝结水

我们用第五种方法特意观测了 40~50 cm 沙层的凝结水。

—6—

仪口是在8月16日接装的，9月14日开始观测。这样雨于试验地
段，湿度为1.58%。在料另冰样同时，还观测了冰温及一米高
相对湿度，结果列于下表（见次页表五）

用直接冰样法测定结果

第四种方法测得的数据

表二 1960.8

表三 1961.6 (干冰的%)

日期	7	19
----	---	----

	7	19
--	---	----

地表

20厘米层

25	—	—
26	+0.073	-0.109
27	+0.147	-0.180

23	-0.01	+0.02
24	-0.01	+0.01
25	-0.03	-0.01

15~20厘米层

40厘米层

25	—	+0.090
26	+0.043	-0.147
27		-0.070

23	-0.05	+0.07
24	±0.00	+0.04
25	-0.01	+0.10

35~40厘米层

60厘米层

25	—	-0.070
26	+0.072	+0.041
27	+0.007	+0.072

23	±0.00	+0.04
24	-0.01	+0.02
25	-0.01	+0.06

75~80厘米层

80厘米层

25	—	+0.210
26	+0.158	-0.139
27	-0.294	+0.254

23	-0.04	+0.06
24	±0.00	±0.00
25	±0.00	±0.04

100厘米层

23	-0.11	+0.04
24	-0.04	+0.04
25	-0.02	+0.08

* 冰温的%

表四 用各种方法测得的最大值与最小值

方 法	凝结冰值的范围 (%)
第一种方法	0.002 ~ 0.194
第二种方法	0.0041 ~ 0.254
第三种方法	0.01 ~ 0.10
第四种方法	0.001 ~ 0.020

表五 格状冰在40厘米深处冰层的水分凝
结与蒸发量(绝对干冰重%)

日期 \ 时间	1	7	13	19
14	—	—	+0.003	-0.015
15	+0.004	-0.011	+0.020	-0.009
16	-0.004	±0.000	+0.013	-0.009
17	+0.020	±0.000	-0.002	±0.000
18	+0.013	-0.001	+0.001	±0.000
19	±0.000	+0.002	—	+0.003
20	+0.002	+0.016	+0.002	-0.016
21	-0.002	±0.000	+0.003	±0.000

表五是两次相邻观测时间内，样品之含水率差。正号表示凝结，负号表示蒸发。从中看出，凝结之最低最高值为0.001~0.02%，凝结与蒸发交互进行，即在4小时时间有时蒸发占优势，有时则凝结占优势。

格状冰在40~50厘米冰层之含水量为1.5%，又知道最低与最高凝结量，则根据下式求出一米深冰层凝结量为0.015~0.3mm。

$$W_H = (w \times p \times h) \alpha$$

w = 凝结率 (%)

p = 容重

h = 沙层厚度 (cm)

W_H = 1 米沙层凝结量 (mm)

换句话说，每经过 3~4 小时彷彿有 0.15~0.3 毫米之雨水降入沙层中供给植物，则一米沙层一公顷面积就含有 0.15~3.02 立方公尺之凝结水。

从表中还可看出，产生凝结水的时间是在 1 时和 13 时。19 时蒸发佔优势，7 时处于二者之间。为了查明凝结时间，我们又进行了每隔 2 小时的观测。表文是观测结果。其中数字表明，每昼夜曾有两次凝结，即 11~15 时和 21~1 时，蒸发亦有两个时间，即 17~19 时和 5~9 时。应当指出，凝结出现的时间应随有天气因子而变化，故上述凝结与蒸发之阶段，只能代表观测时的情况。

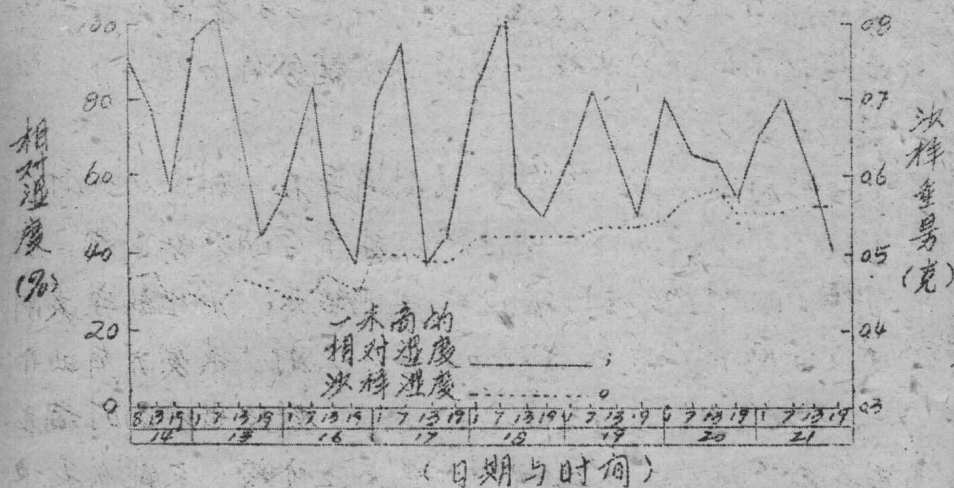
表文 格状沙丘 40 厘米深处沙层的水分蒸发率与凝结率
(绝对于沙重的 %)

1961

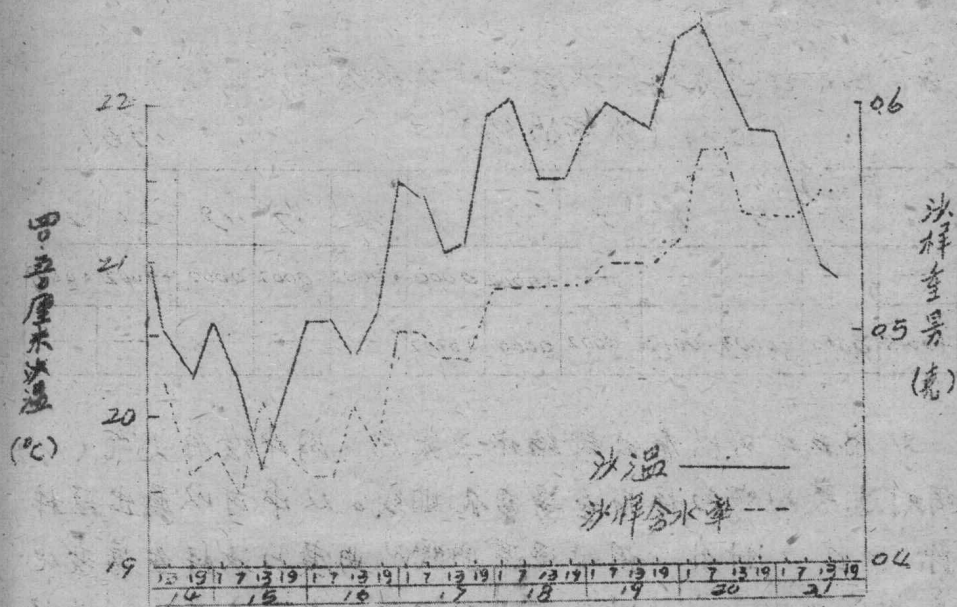
时间 日期	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
9.25	—	—	—	—	—	+0.004	0.000	+0.002	-0.002	0.000	+0.002	+0.007
9.26	+0.018	0.000	-0.003	-0.017	-0.002	0.000	+0.002	—	—	—	—	—

此外，从图五中可以看出凝结水之来流，图中绘有大气（一米高度）相对湿度曲线和样品重量变化曲线。从中可以看出这样关系，即除 15 日 7 时外，相对湿度曲线的曲度与沙样重量变化曲线的曲度完全一致，相对湿度曲线每出现一次最高峰，则沙样

在雪变化曲线亦出现一次最高峰，仅出现的时间略有推迟。关于这真是可以理解的，即湿润空气传递到 40 厘米冰层深处，需一段时间，凝结雪堆加到天秤 雪之内，也需一段时间，故样品在雪堆加到高峰较迟。从上述二曲线关系看来，大气中湿润之水汽是凝结水的来源。



图五 空气相对湿度与冰样重量变化之关系



图六 冰层中冰温与样品含水量变化曲线

关于凝结水与温度关系，我们也做了观测，但是，其结果与常规相反，即温度上升时产生凝结水，反之则蒸发。应当说，这是不符合事实和理论的，应进一步研究。为了今后工作参考，将测得的结果绘于图六中。

四、总结

通过今年的工作，在凝结水的身上及测定方法有如下收获。

- 1) 我们认为第五种方法比较切合实际情况，可以作为今后测定凝结水的仪日；
- 2) 格状沙丘沙层中确实存在凝结水，其量还不稀少，对固沙植物渡过旱季或旱年有很大意义；
- 3) 关于凝结水之来源，生成条件尚须进一步研究。

执笔人 陈文瑞

于 1961.10.16