

中国科学院綜合考察委員会資料

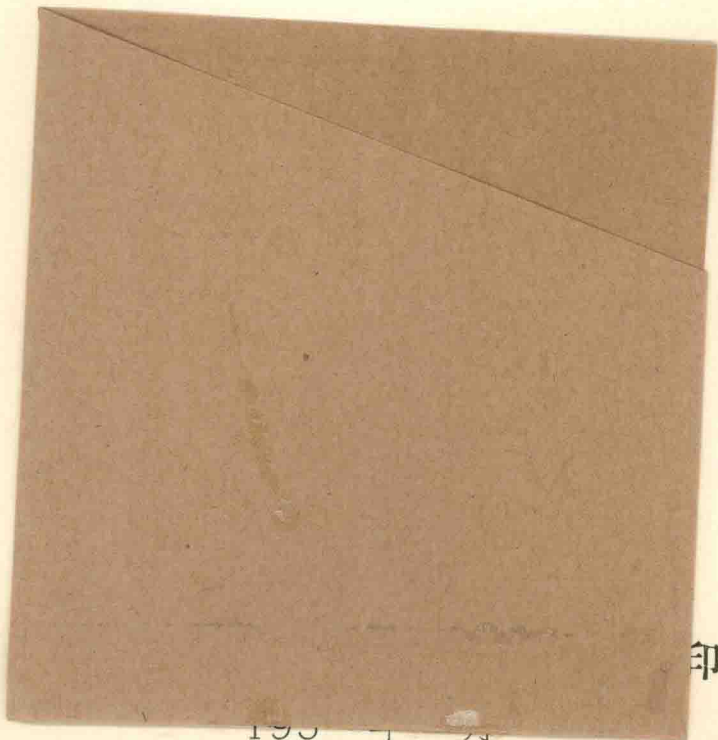
編 号:

密 級:

綜合考察工作簡訊

(內部刊物 注意保存)

第 期



印

195 年 月

中国科学院治沙队第一次学术报告会文件

民勤沙井子風沙地貌的觀測及規划意見

执笔人 陈林芳 (兰州大学)

一、風沙地貌形成的条件

影响本区沙地的形成,有自然的和人为的因素;前者是积极的,后者仅是加速或延緩而已。本节拟着重闡明自然因素中的动力和物質条件,其他水分植被等条件在探討砂源时詳述。

地理位置:

民勤治沙試驗站,設于沙井子。地理位置是东經 $103^{\circ}3'$,北緯 $38^{\circ}41'$;已經是深居大陆腹地。站址范围,东界民勤;西界黃蒿井;北界张八庄;南界紅崖山麓,面积为六十六点六方公里。拔海高程为一千三百四十米。地势情况,西南部較高,逐渐向东北低下。由西南面紅崖山麓的一千五百米以上,向东北面遞減到一千三百米。因此比降不大,地表仍是十分平坦,具有发展农业机械化的地貌条件。

按行政区划位置,本区位于甘肅省北部的民勤县城西偏南約二十公里。河西走廊最东端的武威盆地,即是它的南邻;同时,也是內流区域,源出武威附近的石羊河,自南而北經流这里,注入青土湖,本区即形成該河下游;它的支流大西河及小西河,曾在历史时期,縈流在本区的东西兩側。現在已經干涸;不过还殘留着隱約的旧河床痕迹。由于地理位置是深居大陆腹地,重山阻融,湿潤气流到此已成強弩之末。因此,就自然現象的特点,特别是气候特点看,属于典型的干燥区域;具体的气候特征是:降水量小,蒸发量大,空气干燥,相对湿度低且風大沙多。据民勤气象站近六年的气候觀測記錄,年平均降雨量为一百一十九点五毫米,蒸发量为二千五百六十九毫米,是前者的20倍;相对湿度年平均为百分之四十五;全年日照时数达三千一百小时以上。因此形成流沙偏复,气候干燥,植被稀少的荒漠景观。从而,認識了干燥多風,是本区沙地形成的动力基础。尽管如此,本区的地理位置,目前仍在經濟、交通上起着巨大的作用。它是民勤西通昌林、永昌;西北去內蒙阿拉善旗的驛道中点;每天均有結队的大車和駱駝通行这里,它已肩負起民勤西通河西走廊及內蒙交通孔道的任务。(見附图一)

地質基础:

地理位置是作为解决沙地形成的动力基础;地質基础,則是解决物質条件。本区地質基础,从大地构造观点看,大部属于阿拉善地块的南部边緣;但也包括少部分与祁連地槽褶皱带相吻接的过渡地带。因此,組成这里的地层,既有前震旦紀的結晶变質岩系;也有

* 本文資料,系中国科学院兰州分院地理室,甘肅林业調查队及我系三年級部分同学的集体劳动成果,特此致意。

晚近第三紀及第四紀松散沉积。前者的代表岩层有花崗岩、花崗片麻岩、石灰岩及砂化灰岩等；它們歷經古生代中生代的长期风化剝蝕，造成大量的形成沙地的殘积碎屑物質；除在試驗站四周六十公里范围内有露头可查以外，其他多深埋地下，形成基岩。后者代表岩层有砂岩及砂砾层，它复盖在基岩的上部，形成厚达七十米以上的松散沉积。上述二者，是本区沙地形成的物質基础。一九五九年六月，在試驗站苗圃，計劃鑽一深七十米的灌溉井，鑽至三十米深处时，尚发现大量的卵石^[1]；另外，在鑽址以西的昌林堡鑽井记录，松散层厚度，深达五十二点二米也未鑽及基岩^[2]；在站址以东的民勤县城内电厂一带，最深鑽井亦达七十四点七五米，也不見基岩。由此可見，这一褶皱带边缘的松散沉积，是相当深厚的。它是形成流沙的源泉。本区沙地的形成和发育，正与此巨厚松散层息息相关。（見附图二）

除此以外，其他如水分条件，植物条件，也是影响沙地形成重要因素之一；这里闡明动力条件与物質条件外，其他另文贅述。應該指出人为活动，如挖掘燃料，濫牧也是近期加速沙地形成的条件之一。在試驗站，几乎每日均有十余輛采樵的大車通过这里。

二、沙地地貌分类和分区

上述的地质基础和地理位置，决定了本区的地貌特点：首先是剝蝕低山、丘陵及准平原，触目皆是；其次是具有幅員广表的冲积平原与星罗棋布的湖泊沼泽；第三，具有流沙和假戈壁，这是典型的风蝕与风积地貌。为此，我們認为本区地貌特点，既有以剝蝕为主的准平原与剝蝕低山、丘陵；也有以沉积为主的冲积平原；同时，加以第四紀以来风蝕与风积近代地貌作用的破坏与建設的結果，把組成旧河道与冲积平原的洪积冲积层，重新加以塑造，形成今日的假戈壁与流动沙丘。

1. 地貌类型：

本区沙地地貌类型：据近半年的观测，可以比較詳細地分为三級；

第一級地貌类型(类)；

第二級地貌类型(亚类)；

第三級地貌类型(型)。

类型划分原則：

各級地貌类型的分类原則：第一級(类)，以形态为主；以羅馬字 I II III IV 代表，共分为四类。第二級(亚类)，以成因形态为主，以阿拉伯写 1, 2, 3, 4 代表共分为十五个“亚类”。第三級(型)，以稳定度及地表組成物質为主，并以英文字母 a, b, c, d 代表，共分为 38 型。关于成因，我們是分析或区别其风蝕或风积；关于形态，仅总结普遍的，一般出現較多的，如墩状、槽状、波浪状，低崗状及平坦状等；关于稳定度，分別其流动的和固定的，加入工风障的或未加工的；移动較緩的或移动較快的。关于地表組成物質；要分析不同沙丘沙的顏色，矿物組成等。另外关于丘間凹地，分別为沙質，沙砾質，砾質及淤泥質等。

具体类型：

第一級(类)

I 沙丘

第二級(亚类)

I₁ 新月型沙丘：

I₂ 新月型沙丘鏈：

第三級(型)

I_{1a} 流动的新月型沙丘；

I_{1b} 設人工沙障的新月型沙丘；

I_{2a} 流动的新月型沙丘鏈；

	I ₃ 沙壠:	I _{2b} 設人工沙障的新月型沙丘鏈; I _{3a} 流動的沙壠; I _{3b} 設人工沙障的沙壠;
	I ₄ 沙堆:	I _{4a} 流動的沙堆; I _{4b} 設人工沙障的沙堆;
II 丘間凹地:	II ₁ 平坦的丘間凹地:	II _{1a} 表面復淤泥質的平坦丘間凹地; II _{1b} 表面復沙礫質的平坦丘間凹地; II _{1c} 表面復沙質的平坦丘間凹地; II _{1d} 表面復礫質的平坦丘間凹地;
	II ₂ 波狀的丘間凹地:	II _{2a} 表面復淤泥質的波狀丘間凹地; II _{2b} 表面復沙礫質的波狀丘間凹地; II _{2c} 表面復沙質的波狀丘間凹地; II _{2d} 表面復礫質的波狀丘間凹地;
	II ₃ 風蝕墩	II _{3a} 淤泥質的風蝕墩 II _{3b} 砂礫質的風蝕墩
	II ₄ 風蝕槽	II _{4a} 淤泥質的風蝕槽; II _{4b} 砂礫質的風蝕槽; II _{4c} 沙質的風蝕槽; II _{4d} 礫質的風蝕槽;
III 假戈壁	III ₁ 墩狀假戈壁	III _{1a} 淤泥質的墩狀假戈壁; III _{1b} 砂礫質的墩狀假戈壁;
	III ₂ 低崗狀假戈壁	III _{2a} 淤泥質的低崗狀假戈壁; III _{2b} 沙礫質的低崗狀假戈壁; III _{2c} 礫質的低崗狀假戈壁;
	III ₃ 平坦狀假戈壁	III _{3a} 淤泥質的平坦狀假戈壁; III _{3b} 沙礫質的平坦狀假戈壁; III _{3c} 沙質的平坦狀假戈壁; III _{3d} 礫質的平坦狀假戈壁;
	III ₄ 槽狀假戈壁	III _{4a} 淤泥質的槽狀假戈壁; III _{4b} 沙礫質的槽狀假戈壁; III _{4c} 沙質的槽狀假戈壁; III _{4d} 礫質的槽狀假戈壁;
V 沖積平原	IV ₁ 粉砂質沖積平原; IV ₂ 砂質沖積平原; IV ₃ 砂礫質沖積平原;(見附圖三)	

为什么要調查沙地地貌类型呢! 目的在于, 首先, 为了分別观测不同沙丘类型的移动情况, 从而采用不同的固沙措施; 其次, 了解不同地表組成物質, 对植物生长的反应; 从而判断生物固沙措施的难易; 再次, 观测不同范围内不同速度和強度的風蝕与風积作用; 从

而确定治理和改造的步骤。

就上述各种不同的地貌类型,它们对进行生物固沙措施,有不同的反应,特别是飞机播种。因此,必须加以调查研究,分析不同地貌类型,所反应的不同自然要素。利用有利的条件,改造不利的条件;根据先易后难的治沙原则,为防沙固沙措施提供科学依据。我们据地表不同组成物质对植物发育情况,以及就形态对生物固沙的难易条件等两方面现象初步观察,认为:就地表组成物质的条件看:砂砾良好,砂质次之,砾质再次之,淤泥质的最不好。就地貌形态的条件看,平坦状良好,波状次之,墩状再次之,槽状最不好。就第一级地貌类型作条件看:冲积平原最好,丘间凹地次之,假戈壁再次之,流动沙丘最不好。鉴于上述,对地貌类型在生物固沙利用方面简单评价,我们可扼要的提出结论:平坦的、沙质的冲积平原和丘间凹地,是我们应首先治理和利用的对象。

2. 地貌分区:

尽管地貌类型较多,但可以归纳划分为四大地貌区,自西而东有一、假戈壁区;二、流动沙丘区;三、固定与半固定沙地区;四、冲积平原区。现分别加以介绍:

一、假戈壁区:

位于试验站的西面,面积广袤,幅员近六百方公里;它南起红崖山麓,北至莱蕨山边缘,南北长约五十公里;东起沙井子,西抵黄蒿井,东西宽近十二公里。从地貌形态上看,是一片一望无际的大部被砾质复盖的平原。粗看起来,地貌是比较单调的;但是,只要进一步进行深入调查研究,尚可划出若干微地貌类型,首先,最易察见的,是大西河旧河床,其河槽形态,虽已十分隐约;但是还有几条具西南东北走向的带状起伏可以察见。在一九五〇年以前,常遭大水漫灌。经以后石羊河上游兴修水利之后,这种泛滥现象,就已经敛迹藏形。其次,是分布有单个的新月型沙丘以及它发育前期的各种形态。如蝌蚪形,盾形(蛹形)等。除以上旧河床及新月型沙丘及其它的各种发展形态以外;另有风蚀墩、风蚀坪以及风蚀槽等微地貌。

假戈壁的地表,大部是砾面;其次是砂砾面。其组成物质,前面已经指出,多是砾石与砂砾。砾石的磨圆度较差,呈半棱角状;直径大小不等,说明分选度也较差。砾石成分,根据肉眼初步鉴定,计有石英、长石、花岗岩、橘红色及绿色砂岩以及灰绿色的变质岩等。根据砾石的采样分析;在同一剖面中,无论是表层或深层,其砾石的形态和成分,都是一致的。这充分说明了是由河流搬运来的冲积物;由带棱角状推测,它距源地,尚不甚遥远。为此,对大小西河旧河槽的存在,可作肯定的结论。另外,在假戈壁上的地下水位,据五十三个探坑的观测,还是深浅不一的。但是,经过调查了解以后,也发现有一定规律,大致是:旧河床部分较高,愈西愈低。引用我们在一九五九年四月二十二日的挖坑观测资料,可以证明这一问题。在旧河道,地下水位深度为七十五厘米,不及一米;其表面具有一团团的潮湿细砂作为明显的标志;在假戈壁西端的黄蒿井,地下水位深达五米,当地群众称这种假戈壁叫“石岗”,由此可见,地下水位较浅部分,是我们改造假戈壁,营造防风林以及培植牧草的有利之处。(见附图四)

二、流动沙丘区

它西与假戈壁,东和固定及半固定沙地毗邻,面积为四千零八十七点零九公顷,占试验站总面积的百分之六十三点零九,是试验站治沙工作的重点对象;同时,也正是定位观测及试验研究场地。这一地貌区包括有沙丘及丘间凹地两种第一级地貌类型。根据一九

五九年五月沙井子实测地形图进行面积测算,其中沙丘面积为一千二百点一公頃;丘間凹地面积为一千四百八十七点一公頃。即丘間凹地面积大于沙丘的面积。如果根据三年前(即一九五六年的)地形图进行测算,則丘間凹地的面积更大于沙丘的面积。这一鮮明的对比,說明流沙在发展,沙丘面积在不断增大;丘間凹地面积在連續縮小。另外,据我們在試驗站东北、选定的面积为六千七百五十万方米的小区进行的实测資料,更可以作进一步的証明:即一九五六年沙丘面积为二千一百一十二万方米,丘間凹地为四千六百三十八万方米,以百分比計;前者占百分之三十一.二九;后者占百分之六十八.七一。在同一地区,据一九五九年的实测結果;沙丘面积增长百分之八点三四;丘間凹地縮小百分之八点三四。換句話說,即沙丘面积增大为二千六百七十五万米;丘間凹地縮小为四千零七十五万方米;以百分比計,前者占百分之三十九.六三;后者占百分之六十.三七。大大地改变了一九五六年比例关系。

沙丘,根据它的形态成因,可以再类别为以下四种地貌类型:即新月型砂丘,新月型砂丘鏈,砂壠及砂堆。它們的面积高度,及分布規律都是不同的。第一,就面积而論,在一千二百点一公頃中,其比例关系是:新月型沙丘鏈,占的面积最多,砂壠次之,新月型砂丘再次之,沙堆占的面积最小;第二,就高度而論,以沙壠高度最大(一般为十到十八米),新月型沙丘鏈次之(一般为八至十二米,最高为十五.八米)新月型沙丘再次之(二至十米),砂堆高度最小(二至四米)。測量它們的高度,和观测它們的移动速度有密切关系;第三,就分布規律而論,在試驗站的西北部,砂丘高大、密度小,其中砂壠多,新月型砂丘鏈次之,新月型砂丘最少;它們的高度逐漸向东南減低,距离也逐漸向东南緊密。其中类型分布,也发生了变化,新月型沙鏈与新月型沙丘增多,砂壠減少,沙堆普遍出現。观测密度的疏密,与沙丘移动有密切关系。

丘間凹地,当地羣众称为沙海子。据今日情况,尽管流沙在发展,但是丘間凹地的面积,仍然比砂丘面积大。換句話說,丘間凹地,还是占绝对优势。这一客观情况,是一极其有利的治沙条件。丘間凹地的分布,益以北部較为寬曠;西南部較緊密。呈多种多样的不規則几何形体;計有条帶形,橢圓形等;其中有封閉的,也有开口的(分为上端开口的及下端开口的,(見附图五)。它們的面积,也大小不等,大致情况是、西北部較寬,約六百至八百米;愈往东南,愈較緊密,約四百至六百米,甚致于有前后相互迭置的現象。(附照片一‘沙丘迭置’)丘間凹地,根据成因形态,也可以分为四个地貌类型:即平坦的丘間凹地、波狀的丘間凹地,风蝕墩,风蝕槽等。除此以外,再根据它們不同的地表組成物質,再可以細分为十四种微地貌型。

應該指出,所有的丘間凹地,并不是在同一的水平面上;虽然彼此在很短的水平距离內,甚致是相互毗邻,相互間仍有高差。这种特点的成因,与它裸露時間的久暫和經受剝蝕強度的大小有绝对关系;我們借此也可以清楚观测出风蝕強烈区和风蝕微弱区。正因为如此,也影响地下水位的深淺不一。据一九五九年四至六月,在試驗站內五十三个掘坑的观测;地下水位,一般深度为一点五米,最淺为五十厘米,最深不超过三米。这一客观条件,給流沙的治理和改造提供了可能。

應該指出,試驗站的流沙与假戈壁,是风积与风蝕为主的鮮明对比,是第四紀以来,近代地貌作用的产物,并不是历来就存在的。为了論証这一事实。可以例举以下三点調查观测材料,作为証明。第一,在試驗站的附近,据前人調查,发现有新石器时代(全世界)仰

韶期文物,可推知在距今五千年以前,这里曾是人类经济文化活动的场所;第二,在沙井子东南,直线距离二千米以内,尚有长城遗址,以及遍复砖瓦废墟的丘间凹地,这也说明这里当年不是荒漠景象;第三,在试验站以东,接近柴湾的丘间凹地内,由于沙丘的向前移动,在近风坡脚部,重新出露有过去被沙埋藏棺材和人类骸骨。显然,这些事实,足以作为人类曾在此生活起居的有力说明。

三、固定与半固定沙地区

它西与流动沙丘区毗邻,东与冲积平原区接壤;但是,其间并没有截然的界线。面积为九百十四点——四公顷,占试验站总面积的百分之十五点三五。民勤群众称为柴湾区,也是他们利用插置风墙,设置沙障以搞土埋沙丘的治沙试验场地。在地貌类型的划分上,与流动沙丘区相同。流动沙丘区范围内所具有的沙丘类型,如沙壠、新月型沙丘、新月型沙丘链及沙堆等,这里都有。不过在分布面积方面,以后三者居多,前者较少。另外,也有相异之处,在于这些地貌类型的表面,都复盖有一定程度的植被。为此,我们把植被复盖度达百分之三十五以上的,称为固定沙地;百分之三十五以下的,称为半固定沙地。这种自然面貌的改变,是多年来当地群众与风沙搏斗的丰功伟绩。他们真正做到了降服黄龙,解除了流沙继续对东部冲积平原的农田侵袭和威胁,同时,多年来,也积累了若干成功的治沙经验。如插置风墙,设防沙障,土埋沙丘以及风力拉沙等。给我们树立了良好的治沙榜样。其中,值得大力加以重视和推广的是风力拉沙,它的成效显著,能改变大型沙丘为四米以下的小型起伏沙堆和沙地。应该说,这种变风害为风利的风力拉沙的办法,给我们指出了在治沙上利用自然能方向;也给我们在治沙上,创造了多快好省的途径。总之,都给予我们思想上莫大的启示。

整片柴湾区的地势,地表略有起伏,计西北面较高,向东南递减。由于风力拉沙,流沙已经基本填平了丘间凹地,改变了原来的丘间凹地的面貌。同时,由于沙海子填平填高,就相应地降低了地下水位。使地下水层,深埋在距现在沙面以下三至四米。因此,对地下水的应用,也就增加了困难。但是,仔红崖山水库建成以后,这里已经分享到大坝河灌溉之利;也给本区进一步控制、改造和利用沙漠,提供了十分优异的条件。

四、冲积平原

位于试验站的最东面,是石羊河支流小西河的冲积平原。在它的东南部,有民勤县旧城南乐堡的遗址;这里曾有二十多个村庄,近二万亩土地。近二百年期内,几乎全部被流沙所埋没;幸免的仅三千多亩^[3],就是今天的冲积平原;二十多个村舍,也仅剩下来薛百沟,小东沟,化音沟等三个村庄。应该指出,被流沙复盖部分,今日已经有部分转变为固定与半固定沙地。

冲积平原,在地貌形态上是单调的洪积冲积倾斜平原,地表大致平坦;除辟为农业耕地以外;在其间也有零星的单个新月型沙丘,孤立冲积平原的上面。

(以上地貌分区见附图六)

三、几种主要沙丘的形成及其演变

试验站的地貌类型,初步已总结可三级三十八类。但是,其中出现最多的,也是试验站最主要的,仅有新月型沙丘、新月型沙丘链及沙壠等三种。今结合试验的气流结构以及它的活动和分布状况,探讨它与沙丘形成和演变的关系。应该指出,我们仅是根据客观形

态的观测、加以探讨、并无实验证明；同时，在这以前、已经有不少学者的独辟溪径的论述。不过总的应该强调，结合空气动力以探讨沙丘的形成，作为地貌工作者来说是完全正确的方向。正如 A. B. 费道运罗维奇说：风是沙漠地貌的基本创造者；沙漠地貌是风力在地表活动的照片^[4]。现就上述三种类型，加以探讨。

一、沙壠

形态描述：沙壠的外貌，呈条带状。它与主要风向相平行，或称做纵向壠岗沙。经常沿主风方向伸延很远。它的高度和长度，基本上决定于它发育的地理位置的各种自然条件，如风力，地表的水热和植被状况，以及是否具有丰富的沙源等。就沙井子的沙壠而论，发育在西北部的，体积高大而长；发育在东南部的，比较低矮而短。这与上述自然条件的充分具备有关系。据一九五九年四五两月，在沙井子地区的观测；前者一般高度为十至十八米，长度为六百五十到一千二百米左右；后者的高度为四至十米，长度为六百米以上。两者的主要伸延方向为北偏西四二十至三十度。

典型的沙壠，是由两翼及脊綫等三个部分所组成的，剖面成人字形，而且两翼的倾斜度较大，也非常对称；有明显的沙脊綫；但没有明显的迎风面与背风面的区别；可是，也有例外，如由新月型沙丘的右翼伸延而形成的沙壠，则迎风面与背风面均表现得很显著；同时，两面坡度的陡缓差别也比较大，形成鲜明的不对称。尤其是在背风坡的坡面上，有条状起伏的风蚀沙埂；这种变种式的沙壠形态，沙脊平坦，沙脊綫不明显，剖面近似梯形。

沙壠的形成与演变：

沙壠的形成，在文献上有过下列的论述：第一：B. A. 费道罗维奇认为沙壠是由倒转的龙卷风（即螺旋状环流）形成的^[4]；第二 П. И. 格拉西莫夫：认为是由于风蚀洼地逐渐联接增长形成的^[5]；我们认为：沙壠的形成、主要决定于气流结构。即空气动力。它的发育，直接与单向风或数个方向相进的定向风或盛行风有关；同时，这种风的结构，也决定了沙壠的移动和堆积是呈单向的綫型的发展。根据试验站气候观测的统计资料，盛行风向，是很单纯的，北偏西二十至三十度的西北风，约占百分之八十，这是形成沙壠的主要动力。其形成和演变，初步总结为以下三种情况：

1. 由新月型沙丘的右翼伸延形成

新月型沙丘的右翼，受常年北偏西二十至三十度的盛行风所影响，因而流沙沿着沙丘的右翼向南偏东二十至三十度的方向伸延，形成条带状沙壠。如在试验站的西北，我们选作第六风沙移动规律观测点，就是这种类型。（见附图七）。

2. 由新月型沙丘鏈右翼伸延形成

在试验站北偏西六十五度，直綫距离四千米处；以及试验站正东，直綫距离一千八百五十米处，有这种沙壠的发育形态。（附图八）

3. 由新月型沙丘鏈改造形成

新月型沙丘鏈的两翼及迎风面坡尾部分，经常年主风的长期吹蚀，逐渐削去两翼及尾部的突出部分，即形成近似直綫的沙壠。（见附图九）

二、新月型沙丘

形态描述：新月型沙丘的外部形态，顾名思义，与上弦的新月形态十分相似。排列方向，与主风垂直，在北偏西二十五至三十五度之间。它由近风坡，背风坡、弧型沙脊綫及左右两翼等五个部分所组成。剖面近似流綫型轎車。迎风坡与背风坡的倾斜度，有明显的

陡緩差別,因此,兩側表現極不對稱。據實際的形態測量,迎風坡的傾斜度較緩,約四至十二度;背風坡,又稱為落沙坡,其傾斜度,上部較陡,約二十七至三十五度;下部較緩,約十五至二十度左右。這是由於背風坡部分的迴旋氣流所帶來的粉沙堆積的結果。從新月型沙丘的剖面觀察,它呈超起伏結構,坡風坡足沙層與迎風面呈相反方向的傾斜。這是決定於粉沙在背風面的堆積所導致的。此外,它的左右兩翼長度,也表現顯著的不對稱。在試驗站的大多數情況,是右翼較左翼長。但是,也有相反的情況,我們在試驗站以西,近黃蒿井的假戈壁上,觀測到左翼比右翼長的情況,就其原因,我們認為,這是由於風的作用為地形所影響的結果。翼的伸延較長的一方,多是地形開敞,風力不受阻礙的部位。新月型沙丘的迎風坡與背風坡的長度,也是不一定的,它與沙丘本身的面積和體積的大小成正比關係;但是,沙丘向前移動的速度,卻和它的面積和體積大小成反比關係。最大的新月型沙丘,迎風坡長度達85米,背風坡長度達25米,高18.5米,沙丘面積近二百公頃;最小的新月型沙丘,高度不及二米,面積也僅有0.15公頃。前者移動速度較慢,後者移動速度較快。我們利用試驗站1956年及1959年的地形實測圖,作過對比觀測,三年來,原高二至三米的新月型小沙丘,增高為3.9米,向前移動75米,平均每年移動25米;原高六至七米的沙丘,增高為10.2米,向前移動30米,平均每年移動10米。根據這種不同的移動速度和距離,可供規劃時考慮生物固沙措施的林帶配置參考。同時,根據這一實測資料,也充分說明了:第一、本區沙丘是處在發展的過程;第二,沙源豐富。

形成與演變:

新月型沙丘的形成,也決定於風的結構和變率;B. A. 費道羅維奇也成作為研究,他認為新月型沙丘是屬於季風軟風動力類型;認為新月型沙丘是由盾形沙丘演變來的^[5]。我們認為,它的形成,與季風更替和兩種方向相反的風的制動作用,有絕對關係。沙井子也正是季風氣候區,雖然,常年出現的主風為西北風,且占風量的百分之八十;但是,在夏季,也占有百分之十的偏東的來自海洋的東南季風,這兩種季風的更替,正是發育這類沙丘形態的主要原因。

關於新月型沙丘的形成與演變,除上述外,在文獻上,尚有以下兩種論述:

第一:認為新月型沙丘的發育,經過這樣四個階段;沙坡→沙浪→脊狀沙丘→新月型沙丘^[6]。

第二:認為新月型沙丘的發育;經過這樣四個時期;即蝌蚪狀時期→蘑菇狀時期→腎狀時期→新月型沙丘^[7]。

鑑於上述,我們在沙井子地貌類型的觀測過程中,觀測了關於新月型沙丘的發育和演變。我們認為,它的發育過程,是經歷以下五個階段;應該聲明,這是極不成熟的初步意見,願與同志們共同商榷。五個階段是;

不定型沙堆階段→蝌蚪狀階段→菌狀階段→盾狀(或蛹狀)階段→新月型沙丘。現分述如下;

1. 不定型沙堆階段;

在平坦的丘間凹地,只要是具有一株草或一堆突出的障礙物的條件,由於它們削弱了風力,又阻礙了流沙前進,在草或障礙物的背風面,即產生積沙現象,形成不定型沙堆,這是孕育新月型沙丘的開始。應該說明,不定型沙堆基本上不移動的;同時,它的排列,是明顯的風向標。這種形態,在試驗站以西假戈壁上分布的非常多。

2. 蝌蚪状阶段(又称瓣状阶段)

这一阶段是第一阶段发展的继续。不过,有三点差别。首先,它已经具有一定形态——蝌蚪型,即由不定型到定型;其次,就活动面积论,由于它的发展和增大;因而,总的在向前伸进;再次,在沙堆的背风面,伸出一条与主风方向一致的长尾。它由粗而细,以至尖灭。因而,外形极似蝌蚪,顾名思义叫蝌蚪型;同时,又呈瓣状,故又称瓣状沙丘。其蝌蚪的体积,包括它的头部、尾部。尾部的大小,长短与前端障碍物的高低成正比关系。这一形态,在试验站西面的假戈壁壁上历历皆是;我们曾在不同时间作过二十余个形态的观测;障碍的高度与蝌蚪长度关系是十比一或十五比一;这种变化与地理位置,风力强弱及沙源丰富有密切关系。

3. 菌状阶段——也称蘑菇状阶段

当蝌蚪型继续发展,改变了内部形态。即当蝌蚪的头部,继续堆积,增大增高,与其后部背风面拖的长尾不相对称时;这时,已经失去蝌蚪形态,形成头特大、尾细长的蘑菇形。因为,当蝌蚪的头部加高加大时,由于沙量增加、流沙把植物或障碍物埋没,从而,也更促使流沙堆积的增长。因此,由于体积的增大,从而产生对气流的阻力导致气流沿两侧方向流动,它们在靠近沙堆左右内侧的一面,即形成两个不同的介质面;由于它们的密度与运动速度的不同,因而发生了风的制动作用,即所谓涡管运动^[4]。使这两侧的两股气流运动的速度,发生内侧落后于外侧的现象,形成迴旋气流,它把沙粒堆积在与气流前进相反的方向。

4. 盾状阶段——或称蛹状阶段

盾状阶段,与前阶段的区别是:首先,在形态上,由于两侧迴旋气流的产生,它使蘑菇的长柄,在近沙堆部分,通过背风坡落沙埋没方式,即菌头的增大所遮没;另一部分,即尾部末端的尖细部分,通过迴流吹蚀方式,把集沙吹移而散灭。从而,把蘑菇型改造为没有柄的盾型。这种改造过程,也是气流活动和结构改变过程;当菌头的体积逐渐加大加高时,到增加的高度,足以屏障气流为止。这样,它使背风面部分的气流,不受来自迎风面的动态气流所干扰,形成气流相对静止的空间。如果,当风力增大,足以吹拂过迎风面时,即产生动态气流干扰背风面静态气流的现象。当气流在迎风面吹拂时,形成两个密度与运动速度不相同的介质面,因为一为气体,另一为固体。当风沙流吹过迎风面的沙脊进入背风面的空间时,又形成另外的两个不同的介质面,即转变为密度基本相同(因为同为气体),仅运动速度相异的两介质面。因为它们一个是动态的气流;另一个为静态的气流。这样,由于介质面的改变,即导致气流本身结构的改变;使气流在刚过沙脊时,有迴旋气流的现象产生。应该指出,这里的迴旋气流的产生,同样是风沙流的速度一部分落后于另一部分所导致的。即越过迎风面来的风沙流,下层速度落后于上层速度而导致的,为此,使风沙流中的沙粒,一部分在刚过沙脊,即两种介质面的变换处,产生下沉并随背风坡倾斜而流动,形成沙流;(沙流速度未测定)另一部分沙粒,随风沙流略略前进不远,即随迴旋气流卷落在背风坡的足部,形成沙层结构与迎风坡倾斜相反的起伏状沙层。而上层风沙流,则把沙粒搬运较远,落在丘间凹地或另一个沙丘的迎风坡面上。据我们实测,来自迎风面的风沙流,当越过沙脊以后,风速陡减;同时产生两种相异的运动现象,即下层产生沙流,上层产生活动;前者活动范围,约为丘高的三倍;后者,在离开背风坡足距离,相当于高的五倍时,即恢复原来迎风时的风速。

5. 新月型沙丘:

据我們观测认为:新月型沙丘,是盾状沙丘繼續发展的产物。已經知道,盾状砂丘已突出地显示了迎风面和背风面的雛形;換句話說,即塑造了不同的地貌部位。因此,也导致风沙流的结构和变率产生变化;在丘脊、气压低、风速大;在丘足,气压高、风速小;从而产生一股由丘足向丘頂上升的气流。在迎风面,风沙流一方面沿着迎风面傾斜向上升;另一方面,又随着迎风面等高綫排列方向,呈輻射式的流动;換句話說,即风沙流偏向于迎风面的兩側密集。因而,形成两个側方的强风区(以沙丘迎风面流綫图观测很明显),它是塑造新月型沙丘伸出兩翼的动力基础。此外,由于风沙流中,含沙量的垂直分布規律,随高度增加而减少;因此,低层較多的沙量,在迎风面尾中随輻射式气流滑向兩側的强风区,逐漸把沙粒推移向前,形成向前尖灭的突出的兩翼。这是形成兩翼的物质基础。到此,新月型沙丘、方成定型。(見附图十)应该指出,新月型沙丘是移动的,体积較小者,且移动迅速;它还是漸进式的向前移动;突变移动毕竟是个别的。

关于新月型沙丘的发育阶段,除上述各阶段外;我們再总结为两个主要形成过程:一、各阶段总的发展过程,是体积由小到大,形态由不定型到定型的发展过程;二、是气流活动和结构变换的过程;以及不同方向的气流交替作用的过程。气流作用,既在時間上有区别,(即有不同方向的季风时期);也有空間上的区别(即不仅有两側的气流作用,也有上下的气流作用。总之,新月型沙丘的形成过程,是气流复杂的变换过程,不是简单的重复过程。应该指出,上述关于新月型沙丘发育的各阶段,是相互联系,相互过渡的;截然地找寻单一标准图式,是有困难的;同时,也可能根据客观条件变化如植被水分变化,也有更多的例外的可能性。由于缺乏具体实验証明,不能提出更多的資料。

三、新月型沙丘鏈:

形态描述:新月型沙丘鏈,是由两个或两个以上的新月型沙丘并連而成。排列方向,也与主风方向成垂直。其外部形态特征:第一、新月型沙丘鏈中,具有左右翼合并为一的复合翼,复合翼最少有一个,最多有六个;第二,沙脊綫成波浪形,不象新月型沙丘的沙脊綫呈弓形。除此以外,其他特点与新月型沙丘相同。新月型沙丘鏈的組成部分;包括迎风面,背风面、波浪型沙脊綫、左翼、右翼及复合翼等六个部分。在沙井子所观测到的新月型沙丘鏈,一般是由三至四个新月型沙丘合成的,最多的合成数是七个,最少是二个。

形成与演变:新月型沙丘鏈的形成与演变,过去已有过很多学者探討;但是众說紛云,莫衷一是;同时,相互爭論尤多。如 B. A. 費道罗維奇认为:各个新月型沙丘汇在一起,形成新月型沙丘鏈^[9]; B. H. 庫宁认为:新月型沙丘不能形成新月型沙丘鏈^[10]; M. П. 彼得洛夫也认为:新月型沙丘鏈的形成,不能认为是单个新月型沙丘的机械組合^[11]。我們认为:在不同地区,不同自然条件下,是不相同的;脱离客观条件的臆測,更是不对的。我們提出以下三种情况与同志們商榷。

1. 由单个新月型沙丘,在移动过程中,本身由一分解为二所形成。其产生分解作用及分解过程,主要决定于单向或方向相近的两股风共同作用。如在試驗站东南部,根据一九五六年和一九五九年的沙丘形态对比,发现有这种演变情况。(見图十一)另外,在沙井子西南部,也見有这种类似的演变形态。关于它的詳細发展过程,也見附图。

2. 由新月型沙丘向前移动时,与前面的新月型沙丘相互啣接而形成互接新月型沙丘。由于大小新月型沙丘,有移动速度快慢及移动距离远近的不同,一般規律;小者快,大者

慢；小的移动距离长，大的移动距离近。因此，小的新月型砂丘能在不长时期内，从后面赶上在它前面的大沙丘，并且与前面大沙丘相交于一起，形成新月型沙丘鏈。这种典型的发育形态，在沙井子是屡見不鮮的。（見附图十三）

3. 由新月型沙丘的一翼延长，再經受不同方向的风力作用改造而形成（見附图十四）。

以上对本区三种主要的地貌类型形成与发育过程，提出自己初步探討性的嘗試；由于业务水平不高，观测研究時間不长；同时，結合空气动力学原理进行研究，远远不够。不能实际反应客观事实。因此，仅作資料，提供參考。

也必須指出：我們探討发育和演变的的目的，在于第一，从理論上，認識它們形成和演变的空气动力学作用；从而奠定沙丘形成的空气动力学理論；第二，从发生学上，掌握它們的发生与发展的規律以及消亡的規律；从而促进沙丘的消亡。第三，从生产任务上，認識它們演变过程与演变方向，从而給治沙措施，提供科学依据。当然总的是服务于治沙，以治沙为第一；在任务带学科原則下，相应地发展理論。

四、試驗站规划的初步意見

1. 天然治沙条件：

沙井子示范区的沙漠地貌，具有完全可能的改造和利用条件，特别是地理条件。首先，沙井子的流沙，并不是历史时期就存在的，它是近代地貌作用下的新产物。在沙漠未形成以前，这里曾經是繁荣的农牧交错区，是人类文化經濟活动的場所。因此，在現在流沙复盖下面，尚有良好的土壤和古土壤层的存在，这是給生物固沙措施造林种草，提供了土壤条件；第二，流沙的下伏地貌条件良好，不是山前石质平原，而是石羊河流域下游的冲积平原，地下水水位一般不深，具有利用地下水的良好条件；第三，地势由西南向东北傾斜，具有天然的引水地貌条件，可使今后南水北調的水，能依天然的傾斜度流灌到这里；第四，当地羣众积累有十多年的丰富治沙經驗，并且摸索出来几种成功的治沙办法，供我們学习，采用和參考。

根据以上有利的地理和地貌条件，再結合流沙三喜三怕的习性；克服它喜的一面，发展它怕的一面，提出改造流沙的步驟和措施：

2. 治沙的步驟、措施：

治沙步驟：先控制、后改造、再利用。

治沙措施：

从地貌角度出发，結合党提出的“四結合”的治沙方針，提出以下四点措施；首先，对全部丘間凹地，利用它的地势低平，容易灌溉以及地下水較高的有利条件，进行以生物固沙为主的措施，包括：自然封育，造林种草，如造各种規格，各种不同结构的林带和林型；种植牧草，建立人工飼料基地。对固定与半固定沙地，应繼續采用天然封育和輪牧相結合措施；其次，对全部的流动沙丘，进行工程固沙和利用自然力（风力拉沙）相結合的措施，对体积高大者，采用前挡后拉的办法，把大砂丘改变为小沙丘，減低沙丘高度，增加地下水水位高度；同时，改变沙土为腐殖质多的壤土，給生物固沙措施，創造水肥条件；对体积小者，可以全面設置机械防沙障，考虑由于沙丘体积小，面积也不大，需要劳力少，但是收效很大。第三，应用新技术，充分發揮和利用自然条件的有利一面，如建立风力发电机，引用风力拉沙，变风害为风利；应用太阳灶、使太阳能造福人民；同时，解决羣众部分燃料問題，使羣众減少对現有植被的破坏；保證了造林种草与保护現有植被相結合治沙方針的彻底貫徹。第四，除普遍治理以外，在重要的地貌部位，建筑物居民点附近，工矿及交通要道附近；农田

与灌渠附近等,应重点进行防沙固沙措施的試驗,采用全面的工程固沙和应用新技术,(如应用高分子聚合物)相結合的措施,从而收到立竿見影治沙之利。

以上四点对流沙的改造和利用的初步意見,既从地貌出发,又紧密地結合党提出的生物固沙措施与工程固沙措施相結合;普遍治理与重点治理相結合;改造沙漠与利用沙漠相結合;造林种草与保护現有植被相結合等四結合的治沙方針。尽管如此,但毕竟是极端不成熟的意見。

此外,結合具体的地貌类型的改造和利用,我們認为是这样:

1. 在較大型的新月型沙丘,新月型砂丘鏈及砂壠的四周,营造环丘林带;在迎风坡采用的带宽、行距、株距、尽可能疏一些,林型可以单独营造乔木林,以減少对风的阻力,以利风力穿透,削低沙丘高度。其林带尽可能紧靠迎风坡足,甚可占用迎风坡下部一部分;在背风坡,行距、株距可以密一些;同时,可以采用乔灌木相結合的林型,借以加大对风的阻力,阻止风沙流的前进,以达到砂粒停积在丘間洼地为目的。这样,一方面使沙丘削低,另一方面使丘間凹地垫高,在营造时,应考虑林带距背风坡足空出的距离,以免过于靠近,使幼林被流沙堆积所埋压,造成劳力与物力上的損失;特别是新月型砂丘的背风坡部分,应加注意,根据沙丘的大小,可以分別留出六至十五米寬的空地。但是,在沙壠的兩側,可以把空地留窄一些。其林带的营造,可以同时進行各种不同規格的試驗研,以便选择其中优越性表現較大者,加以推广。

較小型的新月型砂丘,应全面采用工程固沙,設置人工沙障,阻止它的移动。

2. 丘間凹地

面积較寬曠的丘間凹地,标准暫定为寬一百米以上,可营造方格状的林网,(包括主林带与付林带),在林带未形成以前,其林带間空地,以自然封育为主,适当划区輪牧。当幼林成长达一定高度以后,显示防风效益时,可以及时配合种植牧草,以及瓜果菜蔬之类。如果,丘間凹地比較窄狹,寬度在一百米以下,可以全面造林,为防止幼林繼續生长过程需水量增大,地下水儲量不够供应。因此,在选择树种时,应选播耗水量少,而且又耐旱的固沙植物。在示范区已經找到的沙枣树种,是比較理想的。

3. 假戈壁

这是示范区沙漠砂的起源地,对风蝕破坏,产生就地起沙現象,应加防治。其措施主要以防风沙为主,結合自然封育,保护現有植被。防风防沙的措施,仍然是营造防风防沙林带。不过其主付林带的带宽和带距,可以考虑寬大一些。

4. 冲积平原

冲积平原,已經为人民所利用,造福于人民的农牧业基地;因此,主要目的,以防风防沙,保护农田为主。主要措施,应营造护田林带;一方面防止流沙侵袭;另一方面是保护农田,提高作物的单位面积产量;此外,注意灌溉用水,以免引起土壤的次生盐漬化的发生的影响作物的产量。冲积平原区,除現有的农业耕地以外,尚有不少的荒地与撩荒地。(即废弃的耕地),这些未利用的土地,一般說來,各方面条件都較丘間凹地良好;可以考虑分別加以利用,如种植草木樨既提高土壤的肥力,改良了土壤;又可以收获大量牧草,解决飼料不足問題;另外,可营造果林、枸杞林,种植罗布麻等,既可以迅速改变自然面貌,又可以增加收入,改变經濟落后的面貌。冲积平原区,应在最短期内,根据国家园林化及三三制的原則,作出具体地全面的规划。做到农林牧地各占三分之一的比例。