

准噶尔沙漠

中国科学院新疆综合考察队地貌组

1959年3月28日

准噶尔盆地位于新疆维吾尔自治区的北部，至东经81—96°和北纬44°—48°之间。以一三角形，三边环山。南是天山，东北为阿尔太山西北为高度不大的准噶尔界山。盆地与这些山地的关系均以大的断裂相接。山坡均陡峭地耸立在干底的边缘，有极清楚的三角形，例如在阜康附近和阿勒太与布尔津之间均极为清晰，绵延数十公里。断层线的走向，沿着天山以来西方向为主，而靠近阿尔太山一带则以西北东南向为主。盆地内是一片高差不大的平原。这平原的南部和北部在地 发展历史上是有很大差别的。当第三纪末期，周围的山地回春的时候，盆地北部随着阿尔太山的断裂上升，也发生轻微的断裂上升，因此这里缺乏第四纪的沉积物，地表裸露第三纪的地层，地形上乃是剝蝕平原的特征，有许多阶地和桌状丘陵。在局部地区，由于断裂发生地堑下，例如在烏倫古河和額尔齐斯河之间，因此这里有较厚的第四纪地壳堆积，这地堑对地形已起的改变影响很大断裂向西北傾側，因此当东南走向的河流出山口后，就急剧地转向西北。从一些残留的古河道所示的流向推测，在断裂发生之前，北疆这两条最大的河流——額尔齐斯河和烏倫古河，可能流向盆地中心后来由于第9纪初期断裂的发生，河流便沿着断裂的方向转向西北流动。根据地质测量，这两条河流都位于断裂线上。而准噶尔的南部却相反，随着天山的隆起，发生拗陷，这里沉积了很厚的第四纪物质，构成一片广大的淤积平原。准噶尔沙漠就发生在这片淤积平原上，它占据了盆地面积的八分以上。当地的称呼为庫尔班通古斯大沙漠。剝蝕平原与淤积平原的分界，大致为沙漠的北界。

(一) 沙的来源。

准噶尔盆地南部的物质分佈是由南向北规律地排列的。在天山之麓的冲积洪积扇区域，主要是由各种砾石组成，宽度大致15—25公里左右，向北在平原内部，主要是一片很厚的第9纪地

层，厚度可达250公尺，最深的达400多公尺由粘土和细沙的互层组成。

按照现在盆地的水文状况，形成这样水厚的沙层是不可想像的。现在的河流大都一出山口，水流都渗透在冲积层之下，河道变为干谷。一些河流在洪水季节，可能较远地流到沙漠的边缘。例如流入莫索湾的叶因壁河……等，只有玛那斯河，因它的上游深入到现代冰川区域，水流补给充足，水量较大，故能穿过渗透严重的冲积洪积扇地区，穿过沙漠流入玛那斯湖。这些河流携带着很多泥沙，但对如此大面积的沙漠来说，这些沙子所起的作用并不大。盆地中厚层沙层的存在，可以认为在从前流入盆地的水量比现在要多得多。在以前干河床的密度和规模，也证明过去进入盆地的水量是相当多的。有的干河道，例三道河子附近的东河和土尔条沟二者间距离约3km，而现在这里却没有河流又如莫索湾的马柳河等均伸入现在的沙漠边缘，而且有很明显宽广的陆地如土尔条沟有三级陆地这些干河道在靠近山边的地方，则为现代的洪积冲积扇所埋没。同时山前一带过去还有大片的沼泽地。现在这些河流都已干枯，流水只到洪积扇的边缘，沼泽地也大大的缩小例如乌三乌东附近已大面积开垦从这些现象看来，这片冲积平原的形成是与这些河道是有一定联系的。

在天山之上，现代的冰川分佈的高度在3000公尺以上。而根据古冰川的研究，天山北坡的古冰川曾达到2500公尺的地方，有的地方甚至更低，如奎屯以南的墩麻沟附近古冰川谷分佈到100公尺。由此可见，现在的高山区域以及部分的中山区域是大规模古冰川活动的地带。由此当时天山边缘大部分河流的上源都在冰川的范围圈内，也有着大量冰溶水的补给现在的干河道。在那时

(1) 本文是向B.A. 莫道塔维奇教授学习的心得之作，由周廷藩先生指导。

可能都是有流水的。这些河道从古冰川区域搬运着大量由古冰川挖掘及磨蚀的沙子及砾石，向盆地中搬运。准噶尔盆地内的淤积平原，就是在这个时期形成的。同样我们在克拉玛依一带的公路二旁有很多泥流的剖面，这是寒冷气候的产物，这种泥流为现代的洪积冲积层埋藏在1公尺以下的地方。这也是淤积平原形成的时代的证据。

在准噶尔盆地东、北、西三面山一带和西北的准噶尔界山，都是高度不大的准平原式的高地，很少有突出的山峰和岛山，没有终年积雪，雨量也少，河道均为间歇性质，所以没有很多的物质搬到盆地中来。因此可以认为广大高峻的古冰川遍布的天山、地是准噶尔盆地中沙子堆积物的主要源泉。这些物质在冰后期的干燥气候下，风在缺乏水分的疏松沉积物上，逐渐走上了统治者的地位，沙漠就不可避免地造成了。

现代流水供给沙漠沙子不多的另一个特点，是和气流运动和沉积物分佈规律有密切的联系。这里长年主要风向为西风和西北风，而沙漠的北、西均为第三纪的碎石荒漠，现代缺乏流水。盆地北部发源于阿尔太山的河流，或山前就归入自东向西流的额尔齐斯河中，不能流入盆地的中心。同时从低矮干旱的准噶尔界山上也缺乏常年的河流，因雨量不多，间歇性的河道也很少。因此在沙漠北、西，几乎没有现代沙子的供给。被吹起的沙子，主要是剥蚀第三纪地壳而成，在乌鲁木齐一带的河域即是很好的例证。

在沙漠的南、东，现代常年河道和间歇性的河道较多，但到了冲积洪积扇的边缘就消失了，不能流入沙漠或接近沙漠，即使少数河流能越过冲积平原到达沙漠的边缘，但所处的位置在沙漠背风的一边，这些沙也不能加入风沙的行列。又这里的植被较好，水分较多，不易被吹起。因此盆地南、东的河流所携带的沙，对沙漠的沙泥来说，意义是不大的。

只有流远流长的玛纳斯河，穿过沙漠，河流及其下游已位于

沙漠的狂风上，河流的沉积物对沙漠能起到一定的作用，但下游广大的三角洲上是一片沼泽，从以上的情况看来，准噶尔盆地中形成沙漠的沙，现代河流所起的作用不大，主要来源为第四纪初期的冰水沉积物。也由于现代沙的来源少，湿度大，植被生长较好等因素，故准噶尔沙漠中沙丘一般都是高度不大的半固定沙丘。

(二) 风

准噶尔盆地中厚层的由沙构成的游牧平原，给沙漠的形成提供了物质的基础。而沙漠是在雄厚的物质基础上通过风的作用形成的。风是沙漠形成的动力基础，是一个很重要的因素。在降水和地表径流都非常缺乏的地方，风的力量就显得非常突出。这里简述一下准噶尔盆地中风的特点：

盆地的气候非常干燥，雨量稀少，在山地边缘人口较多的山前平原地带，一般为150—200毫米，向盆地中心则逐渐减少，可能蒸发量要比降水量大十倍以上。水分的缺乏，便利了风的活动。

准噶尔盆地的风系可以分为二类：一类是与大气环流联系的主要为西风和西北风；一类是地方性的风系，即山脉与盆地交替的风，即在天山北麓吹南风 and 东南风，在阿尔泰山南麓一般都为东北风。在对沙漠地形形成的作用上，由大气环流形成的西北风是主要的，而地方性的风系是次要的，从属的。这些情况为气象资料的分析及野外观察所证实。

这里位于西风带上，又是西伯利亚极地高压的边缘，但是由于地形的影响，因此这里冬季东风的影响不大。

在盆地的周围的山地中，南部的天山和东北部的阿尔泰山都是很高的山地，特别是阿尔泰山对蒙古高压有些阻滞的作用。而西部的准噶尔界山，比较低矮。因此准噶尔盆地的大门对着西风开着。这就使得准噶尔盆地的气候特征和塔里木盆地相似。

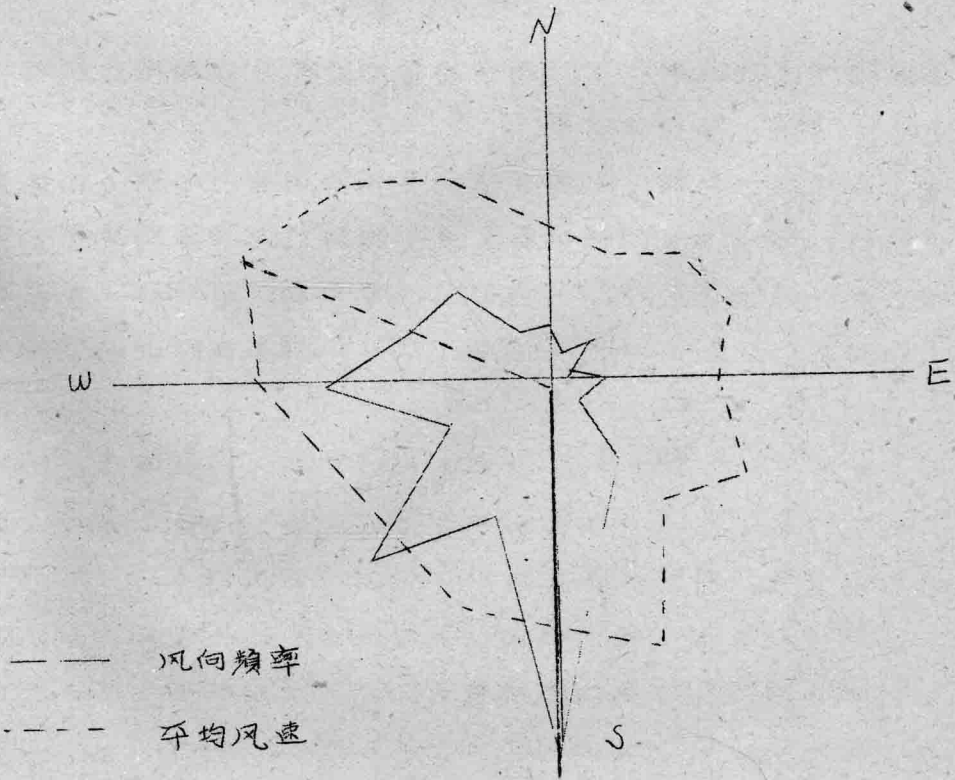
但是由于西方气流跋涉长途，所含之水汽消耗很大，因此盆地的气候更较哈萨克斯坦干燥。但究竟也由于西风的影响，因而比新疆其它各地较为湿润。

在周年的变化中，西风的强度和频率以冬季为最小，这时强

表1 平均风速
春季(4、5月) 夏季(6~10月) 冬季(11~3月)

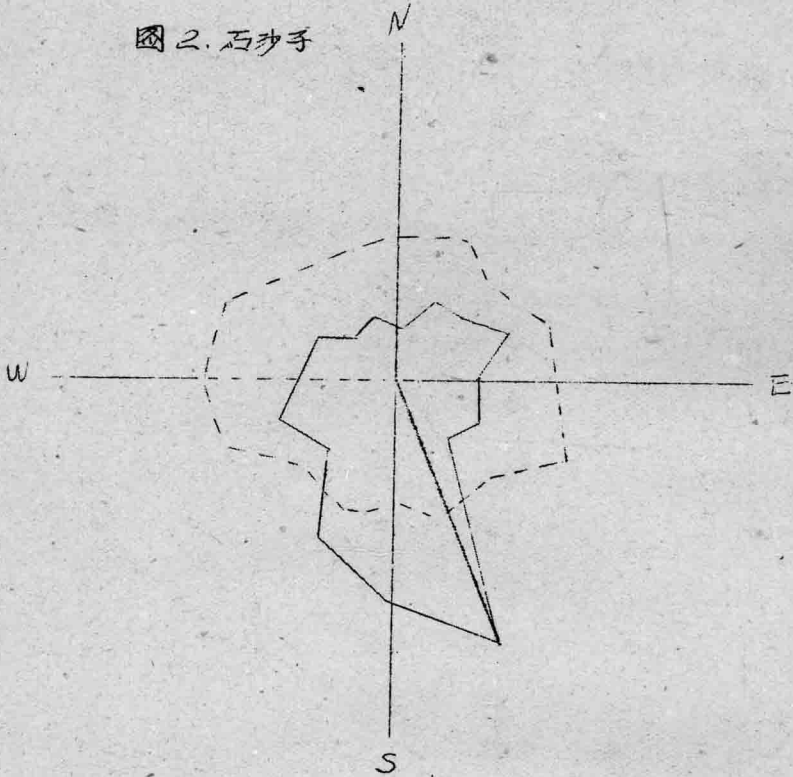
乌鲁木齐	2.7	2.4	1.6
石河子	2.7	2.1	1.8
奇台	3.6	3.2	2.6
阿尔太	2.0	1.8	0.8

图1 奇台



— 0 —

图 2. 石沙子



地完全极地气团的控制之下，而以春季为最大（参看表 1）这一时期风沙飞扬，能见度极差，

蒙古高压的影响，仅限于准噶尔盆地东部的巴里坤、伊吾及哈密戈壁一带，这里冬季刮着东风。但到春天蒙古高压后退之后，重又在西风的影响下。从地形上来看，东风影响的范围虽不太大。例如奇台附近可以看出（图 1），东风的频率及强度都是处于非常次要的地位。

地方性环流所形成的风压盆地中也很明显。这是由于山地和盆地间之气温差所造成的，盆地中沙子容易受热，空气膨胀上升，山裡的冷重空气就沿着气压梯度流向盆地，极度愈大，风速也就愈大。这种风往往具有焚风性质，例艾比湖一带的艾比风。由于这里气温的年变化和日变化都非常大，因此这种地方性的风系终年存在，其频也很大，但风力远比西北风和西北风为小（图 1.2）。在沙地之形上起了从属的作用。风向与山坡的偏向一致，即在

天山北麓吹南风至阿尔太山南麓吹东北风(资料不全, 缺图)这种风系的风力距山愈远, 影响就愈小。

在炎热的夏天, 尤在干燥的地上, 白天增温非常迅速。特别是在沙地中, 沙面温度可以达到 84°C (根据野外实例)。大气产生强烈的对流。这种对流在山区就容易形成雷雨和风暴。但在干燥的盆地中, 空气湿度很小, 不能引起暴雨。但风暴极为常见。这些现象一般都发生在中午之后。当风暴发生的时候, 尘土飞扬几公尺外的物体很难看到。在风暴行息之后, 这些风尘经久不散。我们会在风暴之后看到这样的现象, 沙漠上空能含沙尘的气体(沉重的)与周围比较清洁的气体之间有一道明显的界线。可以看到沙漠中沙尘的移动的情况。风暴和沙尘在沙漠中是经常相遇到的。

沙漠是不平静的, 即使在无风的时候, 特别是在夏季, 也不断地有龙捲沙尘活动着, 这些龙捲沙是由于地上强烈增温和受热不均的结果。这也是一种很常见的现象。

上面只谈了盆地中风的概况。但沙子的移动, 根据经验, 风速达了公尺/秒时, 才能吹扬沙子。因此风速对沙漠来说是很重要的。

从准噶尔盆地周围现有的气象资料可以看出, 盆地中的西风的风速是很大的, 它的最大风速可达公尺/秒以上(表2)。最大风速在艾比湖峡谷一带经常超过40公尺/秒。由于这些气象站都设在山麓地带, 因此跟频率上看来, 好像山风比西风多一些, 但实际上风力却很小; 因此最大风速均以西风或西北风为主。山风风速的大小与距山远近有很大差别。在山区的风速要比距山远的地方或大的多。这种情况也可说明山风在沙漠形成中作用不是很重要的原因。

表三 最大风速公尺/秒

	冬季		春季		夏季	
	风向	风速	风向	风速	风向	风速
乌鲁木齐	W	28	SE	34	SE	31
奇台	WNW	10	WNW	17	WNW	14
昌吉	NW	13	WNW	21	WNW	28

(三) 沙地之貌

准噶尔沙漠中常年吹刮着西风，西部的准噶尔界山高度很低，构造上东西向的断裂造成了一系列东西走向的山地和缺口。但一部分山地北麓乌拉尔山小、塔尔巴哈山和玛文山的一部分，高度都在3000m左右，对气流的运行，在一定程度上起着阻挡的作用。这些缺口就成了气流的通道。在这些地方风速很大，形成有名的风区和风暴，如老风口和萨伊岗风等。老风口位于准噶尔界山中部的托里附近。萨伊岗风发生在艾比湖一带的谷地中。此外，在准噶尔界山北部的额尔齐斯河谷亦为气流的通道。不过通过这里的气流，由于准噶尔盆地北部多砾石戈壁，因此在地况上表现不是很明显，也可能这部气流比较弱的关系。

从准噶尔沙漠中各地沙丘所表示的风向可以说明，通过准噶尔界山中部的的气流，所起的作用最为强烈。当气流进入盆地以后，成扇形扩散。因此沙丘的排列也有扇形的反映。在通过砲台附近穿过沙漠的一个东北西南走向的剖面（与风向垂直的）上沙丘所表示的风向愈向东北角度愈小。例如砲台以西一般表示 $N30^{\circ}W$ ，砲台，莫索湾一带则变为 $N45^{\circ}W$ 、 $N50^{\circ}W$ ，而到奇台一带增加到 $N70^{\circ}W$ ，至沙漠的北部角度更大，一般都近乎东西向。

其余的气流对沙漠起着补充的作用。例通过艾比湖谷地的西北风暴，进入艾丁湖谷地后，很快变为西风，同时也很快地削弱了自己的力量，向东与风口来的气流汇合时，使当地的风向有偏

某些改变。

当气流进入盆地的时侯，就开始挖掘和搬运着地表的物质，使之不断地向东搬运。在空气中负载过多，风速被减小的情况下，沙尘便开始沉积。这种过程便形成了侵蚀区搬运区和堆积区。纯粹的搬运区是没有的，可理解为又有侵蚀，又有堆积的地带。一般说来，和沙漠距离越近，堆积就越强。这种现象在沙漠近风的边缘是经常能够看到的。例如准噶尔沙漠的北部、西部和南部的很多地方均很明显。用搬运区这名称可能不太恰当，实际上是侵蚀和堆积的过渡地区。

在谈到沙漠地形的时候，研究沙子的来源是很重要的，但一定要死板地肯定某地区为侵蚀区，而另一地区为堆积区，我认为是不太恰当的。往往把一很小的地区划为风蚀区，但是否能供给广大沙漠中大量的沙子呢？也把沙漠的形成神秘化了，这些说法是违反了由小到大，由量变到质变的发展规律的，好像沙漠一开始就是那么大的。其实不然，在准噶尔盆地中，目前所能见到的侵蚀区分布的面积很小，而沙漠的面积却占了准噶尔盆地的每一半，因此把现代所见的风蚀区说成是形成沙漠的沙子的来源也是不恰当的。随着沙漠的扩大侵蚀区逐渐变为堆积区，只有在风力沙流、水分等条件，达到一定的关系后，沙漠的扩大，才逐渐趋向稳定。从砲台及黄草湖一带看来，在沙丘之间也有风蚀洼地存在，另外从古河道旁边沙丘容易成长都可说明沙丘很大程度上是就地沙子堆积而成的，因气流中沙粒距地表的高度是有限的，一般祇数公尺，而当沙丘到一定高度时对气流中的沙粒就容易受到阻碍而沉积，因此沙粒从风蚀区一直搬到很远的地方是不可能的。在沙漠发展过程中，也一定遵循着从小而大的发展规律的，开始是小的沙堆，以后逐渐增高，变为新月形沙丘，再慢慢增长扩大，连成一片沙地，如继续有大量沙子供给，则沙漠就扩大了。在这种扩大过程中，就地供给的沙子是主要的。

目前在沙漠周围能见到的风蚀地形，有下列三种类型，这些不同的类型是与地壳物质的组成有密切的关系。

1. 沙漠游积和洪积平原上的风蚀窪地类型。在广大的三角沙及河谷平原上。例如在玛纳斯河的三角洲和奎屯河的河谷平原及三角河上，由颗粒比较均匀的沙粒构成。当风进入盆地的时候，风力最大形成一系列圆形状的风蚀窪地。这些窪地往往与沙堆及沙垅并存，当沙子被吹过后，植物植往往曝在地表。例如在车排子以东，天山老渠西5Km的地方，名为采石场的一个窪地，就是很典型的例子，它东西长达16Km，宽约5Km，最深达10m，以平均深5m计算，在这80Km²的盆地内，为东部的沙漠提供了4亿m³的沙粒，现在这个窪地表面已露出了底部的砾石层，表面也被残余的砾石要盖。而在窪地的迎风面上，则堆积着很多沙丘。有的地表有一尺粗粗硬盖（因粗粒不能被风搬运）。这种类型是风蚀区中沙泥最大的一种。除上述二个河流的冲积物上有分布外，在沙漠北部以及南卜蒙索著一带，这种风蚀窪地亦为常见。

2. 洪积平原上的风蚀砾石类型。在地表往往遗留着一片很薄的砾石要盖层，分布很广。它的成因是由于表层细的物质被吹过后，其中的砾石便遗留下来，成为保护层。这种类型分布最广，草木不生非常干旱。表层的砾石往往被风吹成波状起伏，甚至有些砾石被磨成三棱状，由于这些地方非常荒凉，因此人们常称之为戈壁。这种类型所提供的河泥最少。

3. 被切割的高剥蚀平原上的风蚀桌状山类型。最典型的是乌鲁木齐一带的风城。它由隆起较高的疏松的第三纪或白垩纪的沙层组成，被流水及风侵蚀分割为桌状的山陵。这些山陵以切割程度的不同也有各种形态，有的像城墙，有的像宫殿等，但由于这些地层的松软不同，因此都有风扫帚状的特征。它的成因是由于流水及风侵蚀的结果。在这些地层中含有很多的盐分。岩壁风化很

强。费道洛奇教授认为：这里日照很强，水分蒸发把海水带到地表的表面，由盐化作用，造成了一层疏松的盐化壳，使地表表面成为粉状物，经重力的作用堆积在岩壁的下部，又为流水搬运和风的吹扬，但这里雨量极少，流水搬运是不强的，因此风的作用很大，当大风的时候，天昏地暗，大量的沙尘向东南搬运。风城就是通过这些过程逐渐形成。

堆积地形：准噶尔沙漠中的沙地类型，根据沙丘的类型，分布范围及活动情况，可以分为二个区域。

1. 半固定的马蹄形为主的沙丘区：这种沙地占了准噶尔沙漠的绝大部分，无数的沙丘连成一片沙海。马蹄形沙丘是本区的主要类型，此外在沙漠东部的 晕湖附近可以看到新月形沙丘。即使在沙漠的中部活动沙丘的也很少分布，而以半固定的沙丘为主。

马蹄形沙丘的成因主要是与气流活动有关的，盆地中经常有二种风向的交互作用，即：一为西北风或西风，一为南风（山风）。其中西风为主要风向，因此沙丘的分布也服从于西风的规律。而南风则改变了沙丘的一些面貌，使新月形沙丘的二翼不能平衡地发展。在受到南风吹袭的一翼，就不断地向前延伸，而另一翼则不能得到发展而消失。这样，在西风和南风交互作用下，便形成了一行接着一行的沙丘群，这就称为马蹄形沙丘。这是准噶尔盆地南部的特征，由于沙漠都偏于盆地的南部，因此受到天山之风的影响较大。在沙丘地形上就反映南翼延长，而北翼不发育。

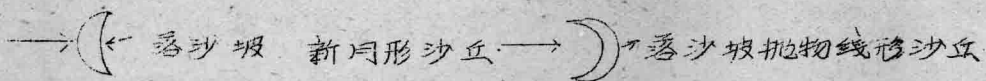
这里湿度较大，对耐旱的荒漠植物提供了一定的生长条件，因此植物生长较多。主要植物有藜、紫和沙拐枣。这些植物在沙丘上到处可见生长良好对沙丘的固定起了一定的作用。

在分布上本区主要在玛纳斯河以东地区，东至奇台附近的大片沙漠均属之。在奎屯河南岸的沙地也大都属于这种类型。高度一般均在30公尺左右。

2) 局于固定的沙地区：以抛物线形沙丘及沙坑为主，少数地区也有活动的新月形沙丘。这些沙地分布的面积狭小，也很零碎，主要分布在玛那斯河以西，此外在精河附近，布尔津一带，奇台以东地区等，都有小面积的分布。性质上大部都是固定的沙丘；但少数也有很活动的新月形沙地。高度很低，很少超过15公尺，一般在10公尺以下。

本区的沙丘类型以抛物线型和陇岗沙丘为主。这里沙粒的来流极少，同时植被的作用比上区更为显著。因此一般都比较稳定。

抛物线形沙丘和马蹄形沙丘相似，沙丘的二角向迎风方向延伸。植物的作用极大，由于本区距山较近，较上区的湿度稍大，因此植被的覆盖率可达20%左右。植物除藜、菜及沙拐枣外还有莎草科、百合科的很多种属。因此沙堆很易被植物固定，当周围都有植物生长的时候，沙丘不能向前移动，只能逐渐增高。由于沙丘中心植物不易生长，因此东风不断地吹袭下，仍能缓缓地向前移动。在移动时，边缘被植物固定的地方，便留下形成二个向迎风方向延伸的沙角。在外形上与新月形沙丘类似，但与风向的关系上适与其反。新月形沙丘的落沙坡是在二个沙角之内。而抛物线形沙丘的迎风坡至沙角之间而落沙坡位于突起的一角即作用于新月形沙丘的风是来自突起的一角而作用于抛物线形沙丘的风正相反。



陇岗沙丘的情况亦极类似，不过它形成的地方比较平坦，沙流较少。因此相同的风向，所成的地形不一样。这些一般都分布在抛物线沙地的周围。在玛那斯河一带，沙坑的间距大约300公尺左右。

此外局于的沙地中，也有很活动的新月形沙丘沙地。例如精河以东的沙窝子一带，洪积扇前端新月形沙丘的移动速度极快，影响着乌伊公路的交通，但高度不大。这是新形成的沙地，还在

不断的生长中，新疆公路局在这里設有观察站。一已观察，一已試驗。其工作已历时3年之久。

在布尔津一带的额尔齐斯河谷中，也有大片蒿草沙堆。在布尔津城附近，由于人类的活动，破坏了植被，因此也有新月形沙丘形成。垂已侵入到布尔津的市区。在奇台以东，东西向狭长的地带中，以沙堆沙为主。

在艾比湖谷地中，处于风口附近，强大的风力，还可吹起小砾石堆成砾波，在果尔图河的东岸砾丘高达5~7公尺，砾石的长径达4厘米以上。砾波的分佈则更为常见。

(四) 几点意見

上面大致讲了一下沙漠的情况(地质构造、风向、地貌等)。在进行对沙漠进行改造的时候，应注意以下几个问题。

1. 改造沙漠，绿化沙漠时，很重要的条件是需水。从地貌的发展史上我们推测可能从前有河流：向盆地。因此展开古河流改造的调查是很必要的。如果确定存在的话，在古河道上或许可以找到丰富的地下水。古河道本身也可利用为修渠引水的路线。

2. 在沙漠之中，当地人民有很多传说，认为沙漠中有一些湖泊的存在。驻砲台农垦队的几位同志说，在乌鲁木齐之北亲眼见过有很大的湖泊，查明这些湖泊的特征，水的来源，将对沙漠改造有很大的作用。此外古代流入沙漠的河道，虽然现在已经干涸，但地下水位可能较高，可利用这些古河道种植防护林，分割沙漠。

3. 准噶尔盆地中风向以西风和西北风为主，大规模防护林的設置，应垂直于当地的主风的方向，即南北向或东北西南向。在玛纳斯河沿岸取水容易，以及莫索湾向北的古代高运道路可能地下水较浅，可考虑設置防护林，由于这里人口很少，可采用飞机传播种。

4. 在农场和居民点周围，应禁止乱伐沙地植物，并有计划地种植防护林带，以防止土壤侵蚀和沙地的前进。