

内蒙小腾格里沙漠土壤考察报告

沙区土壤研究室

中国科学院治沙队

1960年11月北京

内蒙小腾格里沙漠土壤考察报告

提纲

一、引言

二、自然条件及成土因素一般特点

(一) 沙区所处的地貌及地层岩性条件

(二) 沙区所处的自然地带特点

1. 气候

2. 植被

3. 土壤

(三) 沙区一般自然状况

1. 沙丘类型

2. 沙区水文及水文地质条件

3. 沙生植被

三、土壤分类原则、系统

四、土类概述

(一) 栗钙土

(二) 流沙与半流沙

(三) 栗土型砂土与松砂质原始栗钙土

(四) 草甸土与沼泽土

五、有关砂地改造利用的若干土壤问题

(一) 流土上造林种草的土壤水分条件

(二) 沙区苗圃地与人工饲料等地的选择

(三) 主要砂地土壤类型改造与利用的方向

上了解与掌握东区的土壤分佈规律和特点有很大帮助。

(附图1) 小腾格里沙漠考察路线图。

二 自然条件及成土因素一般特点

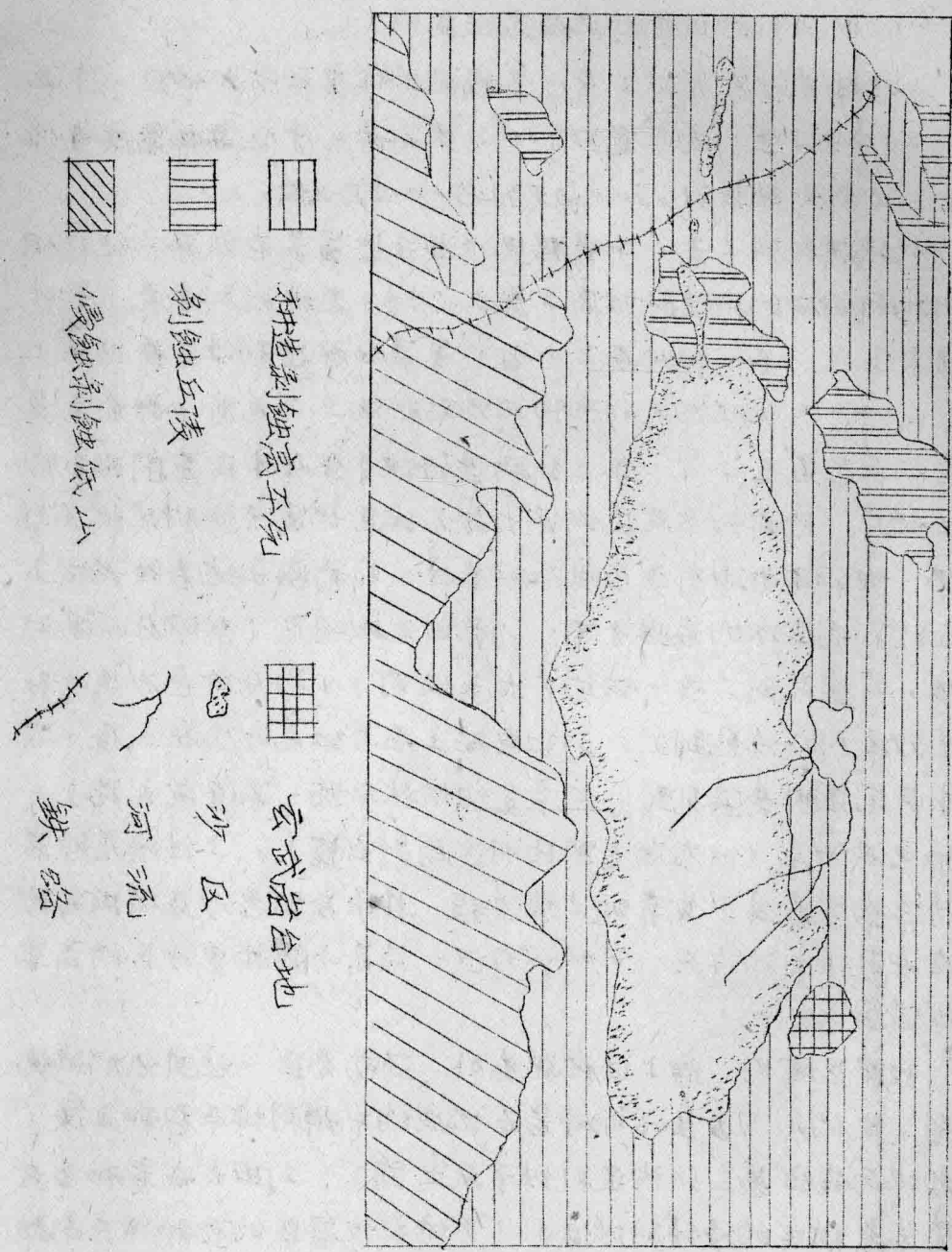
(一) 沙区所处的地貌和地层岩性条件

小腾格里沙漠大体上呈一长椭圆形作东西方向伸展，东西约长280余公里，南北宽40-70公里不等。全区海拔高度变化不大，大部分地区在1200公尺到1300公尺之间。

从地貌条件上看，小腾格里沙漠主要复盖在由第三纪陆相沉积物所组成的构造剥蚀高平原上。(对于具体沙丘来说，有些直接复盖在第三纪地层上。有些复盖在构造剥蚀平原凹地上所形成的近代湖积物上和近代河流冲积物上，也有小部分复盖古老的变质岩系上)。第三纪构造剥蚀平原在本区范围内分佈面积极广，目前沙区周围的绝大部分地区均属于这种地貌类型。第三纪沉积物具有多层性和种岩性。目前露出地表做为成土因质的不同层次的岩性有下：1) 黄白色砂砾层(分佈在从富河塔拉，二道井到二连一线的广大区域内)，2) 灰白色沙层(在整个沙区内广泛见到)，3) 红色粘土层与红色沙质粘土层(亦在本区范围内普遍见到，但多呈斑块状分佈，不连成大片)，4) 绿色泥沙层(仅在陶克图庙附近局部出露)。上述地层的岩性特点决定着其上发育的土壤过程，其中灰白色沙层对风成沙的给源有很大的作用，可以认为这一层是小腾格里沙区的主要供沙岩层之一。

考察区域内，除上述地貌类型外，还可分出一些其他的地貌类型，它的有：1) 古生代坚硬岩石组成的干燥剥蚀平原和丘陵(局部地面露出第三纪构造剥蚀平原之间)，2) 由火成岩和古老变质岩系组成的侵蚀剥蚀低山(分佈在考察区的南部和东南部)，3) 宣武岩台地(分佈在沙区东北外缘的不大地区内等)。

(附图2) 考察区地貌分区略图



(二) 沙区所处的自然地带特点

1. 气候

小腾格里沙漠在水平地带上处于内蒙中东部的干草原地带。气候属于温带高原大陆性的季风干草原气候型。本区气候的基本特点是：冬季，本区绝大部分地区都在蒙古高压的直接控制之下，天气寒冷晴燥（一月平均温 -18°C —— -24°C ，绝对最低温可降至 -36.9°C —— -42.4°C ）；多西北风；有时出现大雪（但一般言之，雪量均不大，积雪时间也很短）。春季干旱而多风沙，特别在四、五月，风力常达5—7级（ $10-15\text{ m/sec}$ ）夏季，本区受东南季风影响，空中水气增多，温暖多雨，降水量可佔全年的60—70%。显然，这种气候特点及其在季节上所造成的显明对比，不能不对东区的成土过程和沙丘的生成和移动以很大影响。本区范围内东西部的气候表现出一定的差异，即愈向东南降水愈丰（西部温都尔庙站年平均降雨量 103.2 mm ）。这与愈近东南夏季受东南季风影响较大有关。这种情况造成本区的土壤亚地带（栗钙土亚带→典型栗钙土亚带→淡栗钙土亚带）由东南向西部的顺次更替。

（表1见次页）

属于草类类型。植被的种属组成中以禾本科和蒿属为代表。最主要的群种是针茅属 (*Stipa*) 和冷蒿

(*Asteris frigida*)。
最常见的草本成分有：针

茅 (*S. Krylovii* Stepa
Baicalensis, *S. fremi*
Kolka, *S. gobica*); 茅

草 (*Aneurolepidium chinenses*), 隱穗草

Cleistogenes squarosa

osa), 冷蒿 (*Artemisia frigida*), 百里香

(*Thymus mongolicus*)

), 紫菀 (*Aster altai*
cus), 野葱 (*Allium m*

1. A.

), 委陵菜 (Potentilla

17

), 苜蓿 (*medicago*)

), 棘豆 (Oxyg)

too pis) 筭; 灌木

成分以錦雞 (caragana
microphylla, C.) 為主。

表 1. 本区内热水条件的一些主要指标

[illegible]

诸优势种常组成冷——针茅——隐穗草群丛，冷蒿——针茅群丛，羊草——针茅群丛等主要群丛。在本区西北部，干草原植被中出现若干荒漠草原植被的种属（如 *Stipa gobica*, *S. glareosa*），东南部出现不少草甸草原植被的种属。在整个干草原带中，由于气候的湿润程度由西北向东南增加，所以东西部在植被特点上表现出一定的差异。东部干草原中种属成分多，复盖度和高度都较大（复盖度 60—80%），群落外貌较华丽，绿化度较高。而西北部情况则相反，种属成分较单纯，复盖度和高度都较小（复盖度 20—40%），群落外貌较单纯，绿化度也较低。这种情况明显地影响到土壤中腐殖质的积累，这种植被条件的变化与本区的栗钙土各亚带的分佈正相符合。

3. 土壤

本区的地带性土壤为栗钙土，由东南向西北呈亚地带的形式顺次更替（特栗钙土亚带——淡栗钙土亚带）西部逐渐过渡到棕钙土地带。这与上述的本区的生物——气候条件是完全一致的，这种地带性土壤条件决定着砂地土壤成土过程的方向。关于土壤的详细情况将在土类概述一节中阐述。

(三) 沙区一般自然情况

1. 沙丘类型

小腾格里沙漠最重要的特点是，各种砂丘绝大部分都已处于固定和基本固定的状态。真正成片的流沙 占极小的面积（不足 3%）。而且，总的说来，愈向东部沙丘固定得愈好，植被生长愈茂盛。显然，这与沙区本身所处的自然地带位置有很大关系，东西部固定程度的变化与本范围的生物——气候条件的变化是相关联的。

小腾格里沙漠中主要的沙丘类型是：流动的新月形沙丘链、条垅状的或“倒新月形”的半固定沙丘，固定的条垅状“山状”

沙丘和缓起伏砂地。

流动的新月形砂丘链。链的走向大体上成正南北方向。丘高15—20公尺，少数达30公尺或更高。迎风坡朝向西或西西北，坡度 $5-10^{\circ}$ ，背风坡坡度 $30-32^{\circ}$ 。

固定的条状沙丘和“山状沙丘大部作东西向伸展，丘高15—20公尺，两侧坡度各地不等（20—30%）。条状的排列有些地方紧密，丘间距仅30—50公尺，或丘与丘紧密相连；有些地方比较稀疏，丘间距50—100公尺不等，有时其间还间以范围不等的平地。条状丘排列的疏密程度主要决定于当地下伏地况情况。

1. 腾格里沙区中的固定沙丘在形态上有一个很重要的特点，即它的向西（向风）的一面，由于强烈的风蚀作用，常形成一个很大的风蚀凹坡。凹坡的形成改变了固定砂丘的形态，使其成为“倒新月形”。“倒新月形”丘的特点是：凹坡成为陡坡（ 32° ）朝向迎风面，背风坡反成为缓坡（ $5-15^{\circ}$ ），两个丘角伸向迎风面，与新月形丘的形态正相反。风蚀凹坡面多成为裸露的沙面，凹坡的严重发展常使已固定的沙丘重新成为半流动的沙丘。防止风蚀凹坡的发展和使凹坡裸露沙面绿化是改造小腾格里沙漠中的一个值得注意的重要问题。

砂区中除上述各种风成堆地貌外，在一些露沙较薄的地区，还存在一些直接由下伏砂质岩层所组成的风蚀岗丘地形。风蚀岗丘亦多作东西方向伸展，在不少情况下其外貌极似条状固定砂丘。此外在沙区中特别是在东南部，丘向湖盆相当发育。这里的特点大部分是风蚀作用造成的。

2. 沙区水文及水文地质条件

如前所述沙区东半部面向湖盆较发育。不少湖盆都有较宽广的积水面，但水位不深，多係潜水的出露。沙区中地面迳流

极不发达，只在沙区的东部有两条范围不大的小河流，水量在 1.5 公方/秒左右。

丘间低地²下水的埋藏深度一般在 1—2 公尺，水量 2—5 吨/亩³。水质状况相当良好，大部分矿化度 1—2 克/升，大部分为 $Hca-Ca-Mg$ 型水，少数近湖的为 $H-Na$ 型水。这种水质状况的形成与当地的水沙质母质的高度透水性⁴和优越的地下迳流条件是分不开的。不过有相当数目的湖盆目前却有不同程度的沼泽化现象，沼泽水的形成影响到一部分地下水的⁵水质状况（增加水中 H_2S 的含量）。

3 沙生植被

沙区中的植被绝大部分是由沙生植物的种属组成的。

流沙上一般不生长植物，只在极少数的情况下生长零星的芦苇（*Phragmites communis*）和沙米（*Acyriophyllum arvensium*）。半流沙上主要分佈沙竹（*Psammochloa villosa*）⁶群丛，群丛中除沙竹外，还有砂米，砂芥（*Puccinellium cornutum aestiva*）等。沙区东半部的半流沙上常有常有成丛的黄柳（*Salix fluvida*）分佈。

固定沙丘上植物种属较丰富，群丛也较多。沙区西部的固定沙丘和沙地上多分佈单纯的沙蒿（*Artemisia ordosica*）⁷群丛。沙区东部的固定砂丘上，除沙蒿外，禾本科成分增多，而且，不少地方已开始有若干地带性植物种属生长，如冷蒿（*Artemisia frigida*），羊草（*Aneurolepis chinensis*）等。此外，在东部固定砂丘上还出现不少乔灌木成分，如：榆树（*Ulmus pumilla*），锦线菊（*Spiraea*）⁸山杏，锦鸡儿（*Caragana microphylla*）等。由于东部的固定砂丘较高大，植被上常形成⁹的阴阳坡对比现象，阳坡植物单纯以沙蒿为主盖度较少（30—40%），而阴坡生长

沙蒿和本本科 盖度很大 (50-60%) 这种情况明显地影响其成土过程的进度。

三. 土壤分类原则, 系统

本区主要的地带性土壤为栗钙土, 按一般分类系统, 分为漠栗钙土和暗栗钙土亚类, 西部富河塔拉以西为棕钙土。

本区的水成土壤有草甸土, 沼泽土和盐土, 暗栗钙土亚带的草甸土主要是较暗色草甸土, 典型栗钙土和漠栗钙土亚带的草甸土主要为浅色草甸土。草甸土按水成作用的程度和盐渍化情况进一步分为盐化草甸土和盐化沼泽化草甸土。本区内的沼泽土主要为草甸沼泽土, 未再进一步划分。本区的盐土绝大部分亦係草甸盐土, 化条成分多为氯化物硫酸盐的, 亦未再作第二步划分。

风成砂丘上发育的土壤具有特殊的性质。在流动沙丘和半流动砂丘上, 目前风的搬运作用和堆积作用佔绝对优势, 成土过程不能进行或极不稳定, 一般不视其为土壤。但考虑到利用和改造上的意义, 在这里我们将其做为独立的制图单位列出。固定砂丘或砂地上, 除最表层目前仍有扬沙现象外, 风的搬运和堆积作用已经行止, 沙土母质上大部分已开始地带性的成土过程 (栗钙土过程)。根据成土过程的明显程度, 可分出栗土型砂土和松砂质原始栗钙土两种类型。这是由固定的风积砂土向地带性土壤过渡的两个阶段。在这里我们暂将其作为两个独立的土类列出。至于在沙土母质上发育的标准栗钙土, 我们分别将其归入栗钙土的各个亚类, 不单独分出。

下面是我们调查对采用的土壤分类系统和制图单位 (表2)

(表见次页)

成土过程类别	土 类	亚 类	制图单位
地带性土壤	栗钙土	漠栗钙土	砂质或砂壤质的 壤质和中壤质的 砾质的 薄层粒骨质的
		暗栗钙土	(全上)
	棕钙土	普通棕钙土	(全上)
水成土壤	草甸土	盐化草甸土	
		盐化沼泽 化草甸土	
	沼泽土	草甸沼泽土	
风积沙土 (制图单位)	流 沙		砂丘高 5-10m 10-20 20-30 全 上
	半流动沙		
风积沙土上发育的土壤	栗土型砂土		平坦的或缓起伏砂地上发育的 砂丘高 5-10m 10-20 20-30 (全上)
	松沙质原始栗钙土		

四、土壤概述

(一) 栗钙土 (在叙述本土类时; 将着重说明在沙质母质上发育的栗钙土的特点, 并将其与非沙质母质上发育的栗钙土作比较)

如前所述, 栗钙土是在本区的地带性土壤。本区的栗钙土可以分为暗栗钙土, 和漠栗钙土两个亚类, 由东南向西北呈亚地带的形式顺次更替。栗钙土主要分佈在砂区周围的各种残积地貌部位上。在沙区中只分佈在零星地出露的基岩地形, 风蚀岗丘和一部分固结得特别好的古老的風积砂土上。

暗栗钙土分佈在本区的东部, 暗栗钙土亚带与漠栗钙土亚带的界线暂确定为由布尔都庙至扬都庙的一线。本区的暗栗钙土可分为暗栗钙土和山地暗栗钙土, 本区暗栗钙土的特征是: 1) 腐殖质厚达60厘米左右, 呈暗棕灰色, 有良好的粒状团块状结构; 2) 钙积层的埋藏深度常在90—100厘米以下, 泡沫反应的深度一般均起自于钙积层。在沙质母质上发育的暗栗钙土的特点是腐殖质层的情况一般同于非砂质母质上发育的土壤, 但一般均无明显的钙积层, 有时全剖面都无泡沫反应。列举多伦东北砂地中古老風积砂土上发育的剖面为例:

[剖面E030]: 多伦东北20公里, 凸出于砂地中的丘陵的

平坦的顶部, 母质古老的風积砂土, 植物有针茅(*Stipa baicalensis*) 羊草(*Aneurolepidium chinense*) 冷蒿(*Artemisia frigida*), 马先蒿(*Pedicularis*) 委陵菜(*Potentilla*) 綉线菊(*Spiraeaspp*) 山杏, 刺梅(*Rosa sp*), 盖度70—80%。

0—17厘米(A') 干-暗棕灰, 砂质轻壤, 粒状-团块状, 稍紧实, 根多, 无泡沫反应, 逐渐过渡

17—39厘米(A'') 干-稍湿, 暗灰棕, 砂质轻壤, 粒状-团块状, 稍紧实, 无泡沫反应, 逐渐过渡

39—63厘米(AB) 稍湿, 灰棕色砂质沙壤, 团块状, 稍紧,

根尚多，先泡沫反应，波状过渡

43—82厘米(B1)湿润，波棕有暗灰腐殖质斑块，沙土松，
先泡沫反应，明显过渡

82—101厘米(B2)湿润，波棕黄，砂土，松，根极少，先
泡沫反应。

101—120厘米(C)湿润黄，砂土松，先泡沫反应

120厘米以下(D)基岩(流纹岩)风化物的碎屑。

波栗钙土是本区栗钙土亚类中占据面积最广的一个。它的
西界大约为从贝勒庙以西到雷汗塔西的一线。本区的波栗钙土
的特 具：1)腐殖质层一般厚20—40厘米，呈鲜明的棕色或栗
色，粒状—团块状结构。由于草本复盖较稀疏这一层的上部常
受风蚀作用，腐殖质细土粒常被吹走，故在腐殖质层的上部一
般都存在一个5—6厘米厚的染色较深的层次即所谓“半活动层”
。砾质母质上发育的这种土壤表面常有一层稀疏的小砾石复盖
，小砾的盖度决定于原母质中含砾的多少和风蚀作用的强度。
2)钙积层的埋藏深度一般为40—50厘米，少数的也可以达到70cm
以下。

在沙质母质上发育的波栗钙土，其主要差异在于腐殖质层
稍厚些，一般均无明显的钙积层。兹举例说明如下：

[剖面E025]阿以 旗杨都庙东南19公里，缓起伏的沙质岗
丘的顶部植物有：针茅()羊草，委
陵菜，冷蒿，铺针菊等。

0—3厘米半活动层：干，浅黄灰砂质砂壤，片状，稍
紧先泡沫反应；过渡明显

3—20厘米(A)稍湿，浅灰棕，砂质砂壤，团块粒状，稍
紧实，根多，先泡沫反应，逐渐过渡。

20—31厘米(A')稍湿，棕，砂质砂壤，团块，稍湿，根少。

无泡沫反应。

31-46厘米(B)稍湿, 浅棕, 砂土, 团块(不稳定)稍紧
根极少, 无泡沫反应, 过渡明显,

46-124厘米(C)湿润, 浅黄, 砂土, 无结构, 无根,
无泡沫反应。

(二)棕钙土主要分佈在本区的西北部分。棕钙土的主要特征是:
1)腐殖质层的厚度小于20厘米, 上部染色浅的“半活动层”表现更厚更明显;
2)钙积层的深度一般只有30厘米左右。有些自表层即有泡沫反应。在砂质母质上发育的波栗钙土腐殖质层的厚度可以达到20-30厘米, 但染色常较浅, 结构很差, 剖面中有明显的钙积层, 但埋深常在70厘米以下, 并举二连附近砂地上发育的棕钙土为例:

[剖面E006]: 二连东南3公里, 平坦沙地, 植物: 沙蒿 (*Artemisia ordosica*), 冷蒿 (*Artemisia frigida*) 针茅 (*Stipa glareosa*, *S. gobica*), 羊草 (*Aneurolepidium* sp), 锦鸡儿 (*Caragana*) 等。
0-8厘米, 半活动层, 干, 浅棕, 细砂土, 块状结构(不稳固)无泡沫反应。

8-27厘米(A)干, 稍湿, 棕, 中细砂土, 不稳定块状结构, 无泡沫反应,

27-51厘米(B)湿润, 浅黄棕, 中细砂土, 无结构, 松散, 无泡沫反应,

51-73厘米(C)稍湿, 浅棕黄, 中细砂土, 无结构, 松散, 无泡沫反应,

73-110厘米以下(C_K) 干, 浅棕黄, 中细沙, 块状, 稍紧-紧实, 有Calos脉纹, 泡沫反应强。

表3. 本区栗钙土各亚类和棕钙土(沙质—非沙质母质)剖面形态比较表

亚类	母质	腐殖质层厚度	腐殖质层颜色	钙积层埋深	泡沫反应起始深度
暗栗钙土	非沙质母质	50—60厘米	暗棕灰	90—100厘米	90—100厘米
	砂质母质	>60厘米	全土	无	无
波栗钙土	非砂质母质	20—40厘米	灰棕, 棕	40—50厘米	30—40厘米
	砂质母质	30—50厘米	棕, 浅棕	无	自表层或无
棕钙土	非砂质母质	<20厘米	浅棕	30—40厘米	0—30厘米
	砂质母质	20—30厘米	浅棕浅黄棕	50—70厘米	0—50厘米

表4. 古老风积砂土上发育的栗钙土各亚类和棕钙土有机质 CaCO_3 和PH的分析结果

剖面及地点	采样深度	腐殖质(%)	CaCO_3 (%)	PH
[E030] 古老风积砂土上发育的暗栗钙土多伦东北20公里沙区中凸起的平坦的丘陵顶部	0—10厘米	24.5	无	7.5
	22—32 "	1.65	"	7.1
	42—52 "	1.24	"	2.3
	65—75 "	0.42	"	7.3
	88—98 "	0.17	"	7.2
	103—113 "	—	"	7.5
[E025] 砂质岡丘上发育的波栗钙土阿以旗杨都庙东南12公里	0—15	0.89	无	7.1
	21—31	0.89	"	7.5
	31—41	0.42	痕迹	7.5
	62—72	0.10	无	7.4
	100—110	0.11	"	7.4

[E006] 沙质棕钙土二连东 南3公里平沙地	0—10	0.62	0.12	7.5
	13—23	0.43	0.95	7.9
	37—47	0.34	1.92	8.1
	60—70	0.18	1.13	8.9
	90—100	—	5.75	8.7

(二) 流沙与半流沙

小腾格里沙漠中流沙分佈面积不大，最主要分佈在西苏旗境内陶克图庙东北30公里的阿尔腾格尔和吉善霍尔附近。估计其面积约200平方公里（其中流动砂丘佔70%，丘间低地佔30%）多倫南城外亦有一片较大的流沙，面积约20—30平方公里。其余各处见到的范围都很小，一般在1—4平方公里之内。它们分佈在，陶克图庙西北8公里的洛依特附近；陶克图庙西20公里的烏兰教色附近；东苏旗境内额尔德尼庙西北10公里处；苏村诺尔庙东北侧，恩格尔庙西南5公里处。

流动砂丘大部分成南北向的新月形砂丘链排列，少数的呈单个新月形沙丘分佈。丘脚至丘顶的相对高度10—30公尺不等。流沙上不生长植物，或仅零星地生长少数芦苇，沙米等。

本区内流动机械组成以细砂和中砂粒级为主（0.25—0.5毫米）选良好，粗砂和粉砂的含量很少。非物成分以石英为主（色括黄白色的玛瑙）并夹极少的黑色非物。

本区的流沙的水分状况一般都较良好。这与本区所处的大气降水条件有关。干沙层的厚度5—20厘米，其下紧接着便是经常湿润的沙层。不同的砂丘上和同一砂丘的不同部位上干沙层的厚度是有差异的，主要决定于流沙所分佈的地形位置，砂丘高度和沙丘的流动程度。一般言之，砂丘愈高，干砂层愈厚，流动程度愈大，所造成的迎风坡和背风坡干沙层厚度的差异