

风砂土的改良

江渊 编写

农业出版社



风 砂 土 的 改 良

江 渊 编 写

农 业 出 版 社

风砂土的改良

江 洲 编写

农业出版社出版(北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 2印张 41千字

1980年8月第1版 1980年8月北京第1次印刷

印数 1—2,600册

统一书号 16144·2102 定价 0.19元

前 言

风砂土是我国分布较广的低产土壤之一，不但单位面积产量较低，而且常遭受风蚀和风砂的危害。根据初步估计，我国北半部遭受风砂危害的农田约有5,000万亩。近年来，由于不合理开垦利用，甚至使局部土壤发生砂化。因此，了解、研究风砂土基本性质及其改良利用，对防治风砂危害，改良风砂土，提高农、牧业生产，意义重大。

为了改造和利用我国的风砂土，防治风砂危害，实现低产变高产，我们编写了这本小册子，供沙区农、牧业生产单位和社队参考。在编写过程中，曾承侯光炯、陆发熹等教授和中国农业科学院土壤肥料研究所张马祥、刘寄陵等同志提供了宝贵意见及有关资料，辽宁省农业科学院土壤肥料研究所吴硕同志参加资料搜集和整理，赵继匡同志代画插图，在此一并致谢。

辽宁省农业科学院土壤肥料研究所 江 洲

1978年12月于沈阳

目 录

一、风砂土的分布概况	(1)
二、风砂危害与治理成就	(1)
三、风砂土的成土条件及形成过程	(5)
(一) 自然因素	(6)
(二) 人为因素	(10)
四、风砂土的类型概述	(12)
(一) 内陆流动性风砂土	(13)
(二) 内陆半流动(或半固定)性风砂土	(14)
(三) 滨海流动性砂土	(15)
(四) 河淤飞砂土	(16)
(五) 黄风砂土	(17)
(六) 灰风砂土	(18)
(七) 河淤粗砂石土	(19)
(八) 滨海砂土	(19)
五、风砂土农业性状及低产因素的分析	(19)
(一) 通透性强, 耕性良好	(20)
(二) 热容量小, 土温升降快, 变幅大	(20)
(三) 不抗旱, 不保水	(21)
(四) 不抗风, 不保土	(23)
(五) 土质瘠薄, 地劲小	(24)
六、风砂土的治理措施与改良利用	(25)
(一) 植物固砂	(26)
(二) 工程治砂	(32)
(三) 农业技术	(44)

一、风砂土的分布概况

风砂土是在干旱条件影响下，在风成砂性母质上发育的一种幼年土壤。据粗略估计，我国风砂土的总面积约有七十四万余平方公里，其中流动风砂土约有四十四万七千余平方公里，半固定风砂土约有十四万七千余平方公里，固定风砂土约有十四万六千余平方公里。它主要分布在我国北部的干旱和半干旱地区，大致位于北纬36—49°之间，包括陕西、甘肃、宁夏、内蒙古、新疆和青海等省、区，以及辽宁、吉林、黑龙江等省；从东到西有呼伦贝尔、西辽河、小腾格里、毛乌素、库布齐、乌兰布和腾格里、巴丹吉林、柴达木、库母达格、古尔班通古特与塔克拉玛干等风砂土集中分布区。此外在华北平原、黄河沿岸、黄河故道及山东沿海地带；在华中江汉平原河流两岸的河漫滩地区，甚至在广东海南岛沿海地带也有零星分布。

二、风砂危害与治理成就

已耕种的风砂土多为固定风砂土或半固定风砂土。这种土壤，质地粗松、易遭风蚀，常受风砂危害。据粗略估计：我国北方砂区和邻近地区现有农田约一亿亩，其中在不同程

度上受到风砂危害的农田约5000万亩，即东部毛乌素砂地、库布齐沙漠、小腾格里砂地、科尔沁砂地及锡林郭勒草原、呼伦贝尔草原等地区约3,500万亩，内蒙古西部的后套和乌兰布和沙漠，银川灌区、河西走廊、柴达木盆地以及新疆等地的老绿洲和新垦绿洲约1,500万亩。

风砂土开垦后，由于土质松散，易引起风砂危害，如新疆自治区叶城县1961年一次连续十二小时的八级大风，造成玉米、棉花受灾面积达9,700余亩，幼苗死亡率达60%。据1965年调查，酒泉地区易受风砂危害的农田约37,000亩，其中毁种重播和改种的约5,000亩。内蒙古伊克昭盟每年因风砂毁种的面积平均有230万亩，占总耕地的41%，在东部自然条件较好的地区，也因过度放牧，或开垦不当，曾引起部分地区土壤砂化和流砂再起。例如锡林郭勒盟东部，有些草地由于开垦后风蚀砂化，表土层厚度由30—50厘米变为10—25厘米，在砂化严重的地方，表土层全被吹失，致使心土或母质露出地表。昭乌达盟西部近年来也曾发生砂化现象。砂化地上的作物受风砂危害，主要有吹蚀、风砂流割打和砂埋。土地砂化后砂粒随风移动，不仅破坏耕地，而且埋压周围草场、居民点和道路等。据调查土壤砂化以后，肥力减低，作物生长受抑制，不利于农牧业生产。砂化严重的地区，由于表土层全被吹蚀，不能耕种，从而撩荒或废弃。

解放前的旧中国，由于长期受封建阶级和国民党反动派的残酷统治，不仅对沙漠不进行治疗，而且还对森林滥砍滥伐，对草原实行滥牧滥垦，大量破坏植被，不合理利用土地的结果，造成大片“人造沙漠”。如鄂尔多斯南部的毛乌素沙漠，据历史资料记载，250余年来，沙漠向南扩展了60余公里。

甘肃省河西走廊的武威、张掖、酒泉三地区，解放前的耕地总面积约有410多万亩，却有200多万亩农田遭受严重的风砂灾害。砂区群众中流传着：“风砂撵人走，亩产二、三斗”，“黄沙滚滚不见天，到处砂窝压良田”以及“朝为庄园夕砂压，不知何处是我家”等辛酸歌谣。古代诗人曾吟咏过：“十日过砂渍，终朝风不休；马走碎石中，四蹄皆血流”，“今夜不知宿何处，平沙万里绝人烟”等悲凉诗句，都从不同角度对风砂造成的危害进行了真实的描述。

陕西省榆林地区，据榆林府志记载，500年前（明朝）榆林地区的北部都有森林和草原的分布，由于历代反动统治时期不适当的砍伐、开垦、放牧、战争的摧残，严重的破坏了植被，使土壤裸露，引起剧烈的风蚀、水蚀，逐渐形成一望无际的大沙漠。带来严重风砂危害，不仅给本区人民生产、生活造成极大困难，而且也给黄河下游带来许多灾害，正如群众所说：“风吹黄沙难睁眼，庄稼苗苗出不全，房屋被压人移走，万恶黄沙害人苦”。根据重点调查资料推算，近百年来被流砂压埋农田至少有100万亩。榆林城受风砂侵袭曾三次南迁，第一次在1410年（明成化七年），第二次在1493年（明弘治五年），第三次在1732年（清雍正九年），这就是历史上的“三展榆阳”。此外风砂侵压交通道路，破坏水利设施，促使气候恶化等等，都给人民的生产和生活，带来了数不清的灾难。

解放前，历代的反动统治阶级不但对砂区人民的生产与生活置若罔闻，甚至滥砍滥牧，破坏砂区森林和植被，从而加剧了砂区的灾害。半殖民、半封建社会的旧中国，一家一户的小农经济，广大农（牧）民过着半年糠菜、朝不保夕的困苦生活，根本不可能从事风砂治理。

解放后，沙区人民在中国共产党和毛泽东同志的领导下，依靠集体经济的力量，以人定胜天的英雄气概，大规模地向沙漠进军，经过二十多年来的奋战，我国砂区已营造固砂林和农田防护林近1,000万亩，封砂育草1,500万亩以上，固定和控制流砂数千万亩。历史上长期遗留下的那种流砂吞没农田和耕种土地被风蚀砂压的情景，已有很大的改变。现在东北平原西部科尔沁砂地已营造长约1,000公里，宽50公里的防护林，总面积达300万亩以上，主副林带交错，保护和控制着9,000多万亩农田和牧场。地处科尔沁砂地的章古台，自建立防护林试验站后，固砂造林，制服了风砂危害，把两万亩砂丘变成了一片森林，使过去的轮耕地逐步变成固定耕地，做到适时播种，一次保全苗，粮食产量连年上升。

在贺兰山以东，以旱作和半农半牧为主的地区，改造利用风砂土也取得了显著成效。如陕北境内已造林300多万亩，植被恢复较好的达100万亩以上，保护着200多万亩耕地和草滩。还引水拉砂造田25万亩，从流砂中扩大耕地50万亩以上。陕西省靖边县杨桥畔大队，地处毛乌素砂地边缘，在改造流砂中，削平了大小砂丘1000多个，造田11,000亩，造林14,000亩，在这里已呈现“渠道纵横水浇田，砂窝绿树连成片”的新景象，粮食连年大幅度增加。

内蒙古伊克昭盟已造林达260万亩，固定和控制流砂349万亩。在乌兰布和砂区北部营造了长达170余公里，宽300—400米的大型防护林带，宛如一条“绿色长城”，有效地制止了大面积流砂向东侵袭，保护着几十万亩农田和100万亩牧场。

甘肃河西地区，风砂线长达1600多公里，已营造防风固砂林140多万亩，耕地面积扩大到近1,000万亩，农业生产有了很大的发展。河西走廊西部的敦煌县南湖公社，杨家桥公社

鸣山大队粮食亩产跨“长江”。民勤风砂线长达300公里，过去有26万亩耕地受到风砂危害，今营造防护林带69条，总长250多公里，护岸护渠林1,400多条，总长2,000公里，封砂育草200多万亩，土埋砂丘，粘土砂障、栽植梭梭32,000亩。昔日“黄龙”肆虐吞良田，大风一起不见家，朝为庄园夕砂压，流离失所奔天涯的苦难生活，今日已变成“绿色长城锁黄龙，茫茫沙海变绿洲”，呈现出一片欣欣向荣，蒸蒸日上的新景象。

在新疆古尔班通古特沙漠的西南缘，绿洲面积已从解放前的75万亩，扩大到390万亩，并出现许多林带成网，条田成片的新农村。在塔克拉玛干沙漠北部塔里木河沿岸，已建成新绿洲74万亩，过去受风砂危害严重的皮山县，在层层林网的保护下，不仅夺回了曾被砂埋的农田，还在沙漠中开了大量耕地，使全县耕地面积比解放前扩大一倍。

素有“火洲”之称的吐鲁番县（吐鲁番盆地）风砂危害极其严重，自1964年以来，大搞农田基本建设，全县引水灌砂、封砂育草7.5万亩，营造防风固砂林和护田林3,100余条，1,300多公里，面积达1.7万亩；新建果园30,000亩，零星植树5,000,000株。全县70%农田实现了林网化，护田林带占现有耕地面积的5%。由于防砂林带和护田林网的层层保护，为农业稳产高产创造了有利条件。

三、风砂土的成土条件及形成过程

我国砂区面积辽阔，影响风砂土形成过程的自然条件也有显著的差异。

(一) 自然因素

1. 生物气候特点 根据气候干燥程度, 植被疏密状况和
风蚀强弱等特征, 我国风砂土区的生物气候特点, 概括可分
以下三个分区:

(1) 干旱荒漠风砂土区: 本区包括新疆准噶尔盆
地, 塔里木盆地, 吐鲁番盆地, 青海的柴达木盆地, 甘肃河
西走廊, 内蒙古西部阿拉善沙漠, 鄂尔多斯北部一带。这个
地区气候极端干旱, 降水稀少, 蒸发强烈, 气温变化甚大,
绝对最高气温达 $37-43^{\circ}\text{C}$, 绝对最低气温达零下 $27-31^{\circ}\text{C}$, 全
年最大温差在 60°C 以上, 昼夜温差常在 20°C 左右, 个别地方
(如敦煌) 可达 40°C , 当地群众有“早穿皮袄午穿纱, 围着
火炉吃西瓜”之说。年降雨量不超过250毫米, 一般在100—
200毫米之间, 西部极干旱荒漠区往往不到50毫米, 是典
型的大陆性干旱草原沙漠气候。在这种条件下, 岩石以物
理风化为主, 化学风化极为微弱, 风化产物多砂砾质, 为风
砂土提供了丰富的砂源。

本区蒸发量多在2,000毫米以上, 为降水量的十多倍到
几十倍, 干燥度为4—30之间, 越往西北部越干燥。风力强
而频率高是形成流砂的主要动力因素。全年风向主要为西北
风, 最大风速高达32.6米/秒, 平均风速3—4米/秒, 最大
风力可达10—12级, 每年有50—100天风日, 个别如安西
县达120天, 有“世界风库”之称。

本区植被稀疏, 覆盖度3—10%, 主要是旱生、砂生型
的梭梭、红柳、沙拐枣、籽蒿、油蒿、骆驼蒿、沙竹、沙米
等。

(2) 半干旱平原风砂土区: 这个地区包括华北平原,

东北松辽平原西部，宁夏，内蒙古河套地区，黄土高原的低平谷地，河流两旁冲积平原。自然气候属于半干旱地带、年降雨量河套地区约200—300毫米，年平均温度3—10℃，黄土高原的河谷地带及华北平原，年降水量约500—600毫米，年平均温度12—14℃；东北松辽平原降水量500—750毫米，年平均温度3—8℃，内蒙古降水量仅200—300毫米。从气候条件来看，这个地区的降水量较少，蒸发量较高，二者之比有好几倍之差，如华北平原地区年平均蒸发量1,800—2,000毫米，为降水量的3—4倍，东北蒸发量1,500—1,700毫米，而内蒙古则更高。由于降水少于蒸发，干旱而多风，最大风速24米/秒左右，年平均风速2—3米/秒。春季风速极大，又常挟带尘砂，出现风砂天气，日数虽较干旱荒漠砂区大为减少，但也在半月到一个月之间。

本区沙地植物覆盖度可达40—80%，主要生长着黄柳、差巴戈蒿、酸不溜、野麦子、碱草、狗尾草、白草、油蒿、麻黄、锦鸡儿、黑格兰、臭柏、家榆、山杏、樟子松等。

(3) 湿润滨海风砂土区：本区北起辽东半岛、渤海湾、山东半岛、南至广东海南岛沿海一带。这个地区的年降雨量：辽东半岛600—700毫米，渤海湾400—600毫米，长江三角洲700—1,000毫米，年平均温度约8—10℃，再向南则温度与雨量都更高，并进入亚热带区。

由此可见，我国风砂土分布区的自然生物气候条件十分复杂，随着气候干燥程度的增加，风蚀作用越强，植被越稀疏，风砂土集中分布的面积越大。

2. 地形与地貌特点 我国风砂土大部分分布于内陆盆地，河流两岸及沿海河流入海一带，其地势因地区不同而差异很大，海拔高度可由滨海十几米到2,000米以上，地形起

伏不平，常呈连绵成片的砂丘或波状平坦砂地。随着各砂区的地貌特点不同，决定着风砂土的年龄和发展阶段各有差异。流动砂地由于流动性大，成土过程很难进行或极不稳定；半固定和固定的砂地已进行成土过程。各种类型风砂土区的地貌，由于风力作用不同，形成各种不同的砂丘，根据砂丘形态不同，移动程度，基本上可分成以下几个类型。

(1) 新月形砂丘：多在两个风向相反的风力作用的地方，其中有一个方向的风力占主要优势，在这种风力作用下，由砂堆逐步演变形成月牙状的砂丘，叫做新月形砂丘（见图1）。

新月形砂丘上朝着主风方向的坡面，叫迎风坡，坡长而缓，坡度多在 $4-11^{\circ}$ 之间；背着主风方向的坡面，叫背风坡，坡短而陡，坡度多在 $27-34^{\circ}$ 之间，由迎风坡面和背风坡面相交所形成的一

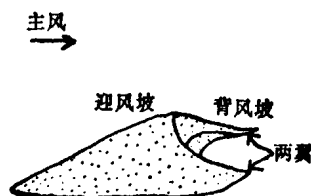


图1 新月形砂丘

条棱线叫做脊线，是砂丘的最高部分。砂丘两侧的两个尖端，朝着主风的方向伸展，是新月形砂丘的两翼。新月形砂丘一般高度不大，但移动最快，其移动方向随主风方向而转移。

(2) 新月形砂丘链：由相邻的单个新月形砂丘的两翼，逐渐积砂而连接起来，形成链状的一系列新月形砂丘，一般由3—4个，最多由7—8个新月形砂丘连成的（图2），也有由单个新月形砂丘，由于沙量补给，砂丘增大，风力强度变化而逐步分解形成链状。新月形砂丘链排列方向与主风

向垂直，其移动速度较单个新月形砂丘大为降低。



图2 新月形砂丘链

1. 新月形砂丘链 2. 巨大的综合新月形砂丘链

(3) 砂垄：是由新月形砂丘或砂堆演变而来，砂垄两侧坡

面的陡度无多大差异，横剖面是对称的，高度不大，移动较慢。砂垄的走向是朝着主风向伸展，与主风向平行。

(4) 砂堆：多分布于水分条件较好，植物生长较好的地方，在风力吹扬作用下，砂粒遇植物阻拦发生堆积而形成。砂堆密集时，地面累累如小丘状，但高度不大，如白茨堆一般高1—3米，红柳砂堆一般高5—10米，最高可达30米。

(5) 砂山：这是一种综合形态的大砂丘，由许多蜂窝状新月形砂丘链所组成。一般高度在100米以上，最高可达400米左右，如同“高山”一样，故称砂山。砂山的走向大致与主风相垂直，迎风坡缓而长，背风坡陡而短，但其上部两侧几近对称。

3. 母质来源 风砂土的母质来源较为复杂，有岩石就地风化的产物，有河流冲积物、湖积物、洪积物、坡积物等。平原区主要是古代或现代河流泛滥，冲积沉积或洪积的大量砂性母质，它是造成风力搬运的物质基础。如西辽河砂地，是西辽河及其支流泛滥所沉积的深厚砂层经风力搬运堆积而成的，据奈爱旗打井测定，砂层厚度达89米以上，章古台、郑家屯、甘旗卡等地的砂层深度都在30米左右。滨海区主要是砂粒在海浪的冲积、携带，沉积于海边，当地母岩风化的风

移堆积以及河流入海的沉积。内陆各砂区，砂性母质的来源，曾有不同的看法，如河西走廊砂地的砂子，有人认为从西北遥远地方吹扬而来。但经过有关单位以及中国科学院治砂队1959年的考察，证明实际情况并非如此，而主要来自各砂区当地的不同沉积物中。即内陆盆地堆积着古代深厚的砂砾物质，及至以后气候变为干旱，河流水量减少，湖面缩小，原来冲积沉积物质暴露于地面，而为风力侵蚀的对象，在地面缺乏天然植被覆盖或受到人为破坏的情况下，形成流砂以及当地母岩风化物，如在鄂尔多斯高地区域内以及在库布齐砂地内风成砂的形成主要是白垩纪和侏罗纪砂岩吹蚀结果；而在洼地境内的风成砂主要是湖相沉积物吹蚀结果。如塔里木盆地东部，罗布泊周围几乎全为第四纪湖相沉积物，为灰黄色的细砂土、粉砂土和砂粘土相互成层，结持疏松，在大风的强劲吹蚀下，吹扬的砂粒就近堆积，形成砂丘。洪积、坡积沉积物的砂源，一般出在广阔的山前平原，沉积物深厚，结持疏松，植被稀疏，易遭风蚀，砂粒随风搬运堆积成砂丘。

（二）人为因素

人类的生产活动，对风砂土形成上的作用，有着重要的影响。如由于不合理的放牧，樵采和开垦，严重地破坏了砂地上的自然植被，因而造成流砂再起，妨碍土壤形成过程的正常进行。据史料记载，我国现今存在的流动风砂土地区，有的在古代曾经是水草丰美，森林茂密的好地方，有的在古代曾经是屯垦中心。后来由于人为不合理的利用，乱垦、乱伐、乱牧的结果，严重地破坏了植被，造成流砂再起，甚至形成较大面积的“人造沙漠”。比如毛乌素沙漠，

乌兰布和沙漠就是其例。解放后，砂区人民，坚持“自力更生，艰苦奋斗”的革命精神，开展与风砂搏斗，改造大自然的群众运动，大大加速了流砂的固定，加速了风砂土肥力的提高过程，取得了很大的成就。如内蒙古乌审召公社，陕北的杨桥畔大队等，就是改造风砂土的先进典型。因此，可以看出，人为生产活动对风砂土的形成和防止有很大影响。

综上所述，风砂土的形成过程，主要在上述的自然条件下，风力的侵蚀作用和植物的覆盖固砂及生草过程之间，存在着激烈的矛盾，并由此矛盾的发展，推动着风砂土的形成和变化。如风力的搬运作用，常促使肥沃表土侵蚀而消失，肥力下降，使固定风砂土演变成流动风砂土。植物的作用却与此相反，随着固砂植物的生长和植物覆盖度的增加，削弱和抑制风蚀作用，使砂粒从流动到半固定，由半固定到完全固定，根系的固结作用逐渐加大，有机质的积累逐渐增多，并形成一定厚度的生草层，进而又促进了草类、灌木的繁殖生长，这样有机质和营养元素不断积累，土壤肥力不断提高，风砂土才逐渐形成。风砂土的形成大致分为三个阶段：

1. 流动风砂土阶段 指光秃的流动砂地生长着稀疏的植被，存在土壤微生物，含有一定植物营养元素，具备了土壤肥力特征。但由于风的搬运和堆积作用强烈，植物定居困难，土壤剖面发育不明显，处于成土过程的最初阶段，叫做流动风砂土。

2. 半固定风砂土阶段 随着流动风砂土上植物的继续生长与繁殖，植被覆盖度增大，砂丘表面呈半固定状态，地形变缓，失去了原来新月状砂丘的外貌，地表开始形成薄层结皮，表层被腐殖质染色，剖面分化，成土特征明显，称半固定风砂土。

3. 固定风砂土阶段 半固定风砂土上的植物进一步发展,除砂生植物外,并生长一些地带性植物。砂丘外貌更加平缓,成波状起伏,地表结皮增厚,土壤理化性质显著变化,称为固定风砂土。

人类的生产活动,可以加速风砂土的形成与演变,但其演变方向却与人的生产活动是否合理有着密切的关系。在旧社会封建剥削制度下,个体劳动农民无法进行良好的经营管理,耕作粗放或过度滥垦滥牧,因此使原有肥力消耗殆尽,土壤抗蚀能力很快降低,风蚀作用加强,在不良的自然因素影响下,耕层可以侵蚀无遗,从而使固定风砂土逐渐演变为流动风砂土。解放后,风砂地区的广大人民组织起来采取了防风固砂,植树造林,引洪淤砂以及施用有机肥料、防风耕作等一系列综合措施,使流动风砂土逐渐演变为固定风砂土,土壤肥力不断提高,风砂土的松散,干旱缺肥等不良性状都得到了显著改善,并进一步改造风砂土,向建设高产稳产农田发展。

四、风砂土的类型概述

根据风砂土的成土条件、形成过程,特性为制订相应的防治改造利用的措施,将风砂土初步划分为流动性风砂土和固定性风砂土两大亚类。流动性风砂土亚类又根据区域不同,砂粒流动程度不同,分为内陆流动性风砂土,内陆半流动性风砂土,滨海流动性风砂土,河淤飞砂土等四个土组。固定性风砂土亚类根据土壤肥力和熟化程度以及不同区域,