

中国科学院兰州沙漠研究所
沙坡头沙漠科学研究所编著

腾格里沙漠沙坡头地区 流沙治理研究

PPms SCV



宁夏人民出版社

腾格里沙漠沙坡头地区 流沙治理研究

中国科学院兰州沙漠研究所
沙坡头沙漠科学研究所

宁夏人民出版社

限 表

胡 皓 皓

腾格里沙漠沙坡头地区

流 沙 治 理 研 究

中国科学院兰州沙漠研究所
沙坡头沙漠科学研究所编著

宁夏人民出版社出版

(银川市公园街四号)

兰州新华印刷厂排印 宁夏新华书店发行

开本: 850×1168 1/32 字数: 140千 印张: 9 插页: 8

1980年12月第一版 1980年12月第一次印刷

印数: 1—3,000册

书号: 13157·6 定价: 精装1.87元
平装1.31元

273204

前 言

包兰铁路是连接包头与兰州两大工业城市的大动脉。自兰州至银川一段要六次穿越腾格里沙漠，延长线达四十多公里，其中以宁夏回族自治区中卫县西部，由迎水桥至孟家湾长达十六公里的一段，沙丘起伏最大，尤其是沙坡头地段，全为高大的格状新月形沙丘。要在这里修筑铁路，是相当艰巨困难的。但是经过广大铁路工人和工程技术人员的艰苦努力，克服了种种困难，终于修通了这条铁路，于1958年8月1日正式通车，这在我国铁路史上是一个创举。

如何能使铁路两侧的流沙固定下来，防止线路受到风蚀和沙埋，保证列车畅通无阻，这是修通包兰铁路急需解决的问题。沙坡头沙漠研究站就是为了解决这些问题于1956年建立起来的。该站当时是由铁道部科学研究院、铁道部兰州第一设计院和中国科学院沈阳林业土壤研究所共同领导与协作的。1957年根据需要建立了中卫固沙林场，这是多年来的协作单位。1959年该站又属中国科学院治沙队领导，1963年属中国科学院北京地理研究所领导。1965年属中国科学院兰州冰川冻土沙漠研究所领导。自1978年分所以后，该站属于中国科学院兰州沙漠研究所领导。定名为中国科学院兰州沙漠研究所沙坡头沙漠科学研究所。

就沙坡头站的研究内容来说，大致可以分为两个阶段：1965

年以前为第一阶段，以研究无灌溉条件下流沙的固定为主（称为旱路固沙）；1966年以后为第二阶段，以研究灌溉条件下流沙的固定为主（称为水路固沙）。与此同时，还进行了流沙地的改良与利用的研究。

二十四年来，该站虽然遭到了种种干扰破坏，以致使科研工作受到极大的影响，但是在有关单位尤其是兰州铁路局中卫固沙林场的密切协作与配合下，经过科技人员和工人的艰苦努力，仍然取得了一定的成绩，并获得了国内外有关学者的好评。

本书系总结二十四年来在流沙的固定方面所取得的一些研究成果，其中一部分是1965年的十年总结原稿，经过修改整理而成，并将近些年来的有关研究总结汇集在一起，编成本论文集。尽管文中尚存在有不少缺点和不足之处，但是编著者认为这些文章都是作者通过大量的野外考察及定位试验研究所得的资料总结而成的，对有关生产部门及科研教学部门有一定的参考价值。

应当指出，沙坡头站的研究工作是在李鸣冈先生的指导下进行的。本书在编写过程中，得到本所朱震达副所长的支持和指导，本所童立中同志对原稿提出过宝贵的意见，测绘室在制图方面做了大量的工作，在此一并表示谢意。

由于编著者的水平所限，加之时间紧迫，书中必然存在有不少的缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 著 者

1980年7月

目 录

自然概况·····	(1)
包兰线中(卫)甘(塘)段铁路两侧的土壤	
类型及其特性·····	陈文瑞(9)
铁路两侧流沙固定的原则和措施·····	李鸣冈(27)
草方格沙障的防护效益·····	凌裕泉(49)
固沙植物种的选择及其特性的研究	
·····	廖次远 蒋 瑾 钱大涛(60)
固沙植物的密度与配置的研究·····	刘 恕 石庆辉(121)
沙层紧密度对固沙植物生长的影响·····	王康富(154)
提高固沙植物成活率和促进其生长的	
研究·····	刘煥心 杨喜林(179)
沙面结皮的自然形成过程及人工促进	
措施的探讨·····	张继贤 杨达明(205)
流沙地灌溉造林及灌溉制度的研究	
·····	蒋 瑾 陈世雄 戴枫年 石庆辉 王 玉俊(221)
用扫描电子显微镜研究主要固沙	
植物的结构·····	蒋 瑾 戴枫年 王玉英(267)
附:植物学名、中名目录·····	(277)

Contents

Forward

Natural Conditions..... (1)

Soil Types and it's Characteristics on Both Sides of
Railway of Zhongwai Gantang Section of Baolan
Line.....Chen Wen-rui (9)

The Principles and Measures of Shifting-Sand
Fixation on Both Side of RailwayLi Ming-
gang (27)

The Protective Efficiency of Grass Checkboard-Bar-
riers.....Ling Yu-quan (49)

The Studies on the Selection of Sand Binder Species
and their Characteristics.....Liao Ci-yuan
Jiang Jin Qian Tai-tao (60)

The studies on the Density and Arrangements of
Sand Binders.....Liu Shu Shi Qing-hui (121)

The Effects of Compactness of Sand Layers on
the Growth of Sand Binders
..... Wang Kong-fu (154)

The Studies on Elevating Survived Rate of Fixing
Sand Plants and Accelerating their Growth
.....Liu Yin-xin Yang Xi-lin (179)

The Investigation on Natural Process of Crust Formation on Sand Surface and on Measures of Acceleration	Zhang Ji-xian Yang Da-ming (205)
The Study on Irrigating Afforestation and Irrigating Systems in Shifting Sand.....	Jiang Jin Chen Shi-xiong Dai Feng-nian Shi Qing-hui Li Yu-jun (221)
The Study of the Structures of Main Sand Binders Species by means of the Scanning Electron Microscope.....	Jiang Jin Dai Feng-nian Wang Yu-yin (267)
Index: List of Plant names both by Chinese and Latin	(277)

自然概况

沙坡头是包兰铁路线上的一个小车站，属于宁夏回族自治区中卫县，距县城西21公里。它处在腾格里沙漠的东南缘，位于北纬 $37^{\circ}27'40''$ ，东经 $104^{\circ}57'6''$ （图1）。流沙逼近黄河北岸，黄河水面海拔1200米，最高的沙山海拔为1500米。沙坡头研究站的站址就是位于黄河北岸的滨河流动沙丘上（照片1）。

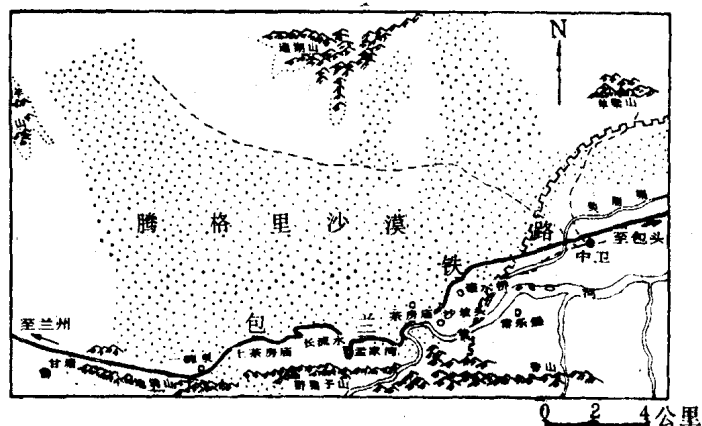


图1 包兰铁路沙坡头位置图

一、地貌及风沙移动

本区南面诸山属祁连山余脉，海拔约2000米，向东逐渐低

矮，上茶房庙*至一碗泉以南是地塬山，迎水桥至孟家湾段黄河南岸为香山及野猫子山，相连成为沙漠南缘的屏障。北部山脉多不连续，由西向东分为庆阳山、羊山、通湖山和单梁山，高低起伏不大，形成剥蚀残山，山间均有宽阔谷地，使北面腾格里大沙漠在西北风的长期作用下，逼临黄河岸沿，形成高大的沙山（照片2），为腾格里沙漠向东南的延伸部分。

沙漠的下覆地貌各段不同，迎水桥至孟家湾段，大致以沙坡头村为界：以东的流沙覆盖在黄河一、二级阶地上，组成物质以卵（砾）石为主；以西为剥蚀丘陵，主要岩层为二迭纪或三迭纪沙岩。从上茶房庙至一碗泉地区为山前冲积洪积平原，在流沙中可以见到由细粒物质组成的残丘，高2—3米。

这里的流动沙丘可分为以下几种类型：

（一）格状新月形沙丘（以下简称格状沙丘）

为铁路穿过的主要沙丘类型。地势西北高东南低，沙丘相对高度一般为10—20米，少数超过20米。整个沙丘有落沙坡，迎风坡和丘顶之分，迎风坡的距离（长度）平均为41—92米，左右各有一脊梁，脊梁间的距离（宽度）平均为7—10米，沙丘间的洼地不大，形状很不规则。

格状沙丘又因密集程度的不同可复分为：高大稀疏的格状沙丘和低矮密集的格状沙丘。

（二）新月形沙丘链

分布在格状沙丘的东南外围，黄河二级阶地上，地势较平坦，有时几条沙丘链并列，形成平行新月形沙丘链。丘间低地有些为流沙所覆盖，有些露出原始地面。

* 上茶房庙现改名为红卫，为照顾读者习惯，本书各篇文章仍采用原名

沙丘链的长度最长达400米；小者也有80多米，平均约200米，宽度10至47.5米，高度在2.2至4.7米，链间距离在31.5至78.5米之间。

(三)沙 垅

形如沙丘链，但没有向风坡及背风坡之分，分布于沙坡头附近黄河北岸的陡崖上，范围不大，垅长约66米，垅间距离29至47米，平均36.9米。

(四)新月形沙垅

分布在迎水桥附近，系新月形沙丘右翼延伸而成，左翼仍然有向风坡与落沙坡之分，形如钩状，垅最长达140米，小者也有60米，垅宽8.5至145米，高度约2米。

(五)单个新月形沙丘

为沙丘形成的最初阶段，高1至3米，主要分布在迎水桥一带。丘间低地广阔，沙丘长度为20至40米。

风沙移动的方式有两种，即整个沙丘丘体移动及风沙流两种。沙丘移动的方向和速度一方面取决于风向和风速，另一方面也受沙丘丘体大小（以高度表示）的影响。主风方向是西北，其次有东北风及南风，故沙丘总的移动方向是东南。

根据现场观测资料，本区沙丘移动属于往复前进式，移动速度随沙丘类型而不同，高大沙丘每年移动约2米左右，低矮沙丘年平均移动约3至5米，个别新月形沙丘可达8至10米。

至于格状沙丘的左右梁，只是往复摆动，但不影响整个沙丘的位置，只造成风沙流，对铁路的危害性较小。

风沙流是裸露沙面受风的吹扬而产生的，如不采取固沙措施则对植物的影响较大，一旦流沙表面设置了草方格沙障，地面的粗糙度增大，风沙流必然大大降低。

二、气 候

本区处于西北内陆，在气候上受蒙古高压的影响极深，加之地势较高，东及东南受一些山脉和高原阻隔，海洋的湿气难以深入，具有降水少而集中、气候干旱、温度变化剧烈及风大沙多的特征。

根据1954年1962年的气象资料记载，年平均降水量为202.1毫米，降水量最多的1958年达304.2毫米，最少的1957年仅有88.3毫米，年较差215.9毫米。日降水量最大为62.7毫米（1959年8月5日），为该月降水量的53%，占全年降水量31%。在季节分布上以夏季所占比重最大，占年平均降水量的58.8%，冬季最小只有3.1%（下表）。故一年内冬季和春季比较干旱，致使地表干沙层加厚，增加造林困难。夏季及秋季比较湿润，沙表面干沙层薄，故以秋季造林为最适宜。

年降水量的季节分布（1954—1962年平均值）

季 节	春 季 (3—5月)	夏 季 (6—8月)	秋 季 (9—11月)	冬 季 (12—2月)
占全年降水量%	14.6	58.8	23.6	3.1

风是沙漠地区的主要危害因素，直接影响到沙粒移动。据测定，本区起沙风速为4.5米/秒（距离地面2米高处），1956至1960年起沙风速时数年平均达900小时之多，占全年时数（8760小时）

的10.3%，即平均每10小时要出现一次风沙现象。风沙日以春夏间（3—6月）为最多。鉴于沙丘主要向东南移动，而又有往复迂回现象，故机械固沙时以设置能防止多风向的草方格沙障为宜。

这里热量较充足，积温在3000℃以上，干燥度为2.4，年平均气温9℃左右。1月平均气温为-7.4℃，7月平均气温为24℃，绝对最高温度达38.1℃，绝对最低温度为-25.1℃，年较差为63.2℃。沙面最高温度达74℃（1957年8月6日下午3时），这是一般植物难以忍受的。初霜出现在9月下旬，终霜在4月中旬，植物生长期为150至180天。

三、土 壤

本区处于棕钙土地带，除大面积流沙外，西段分布有地带性土壤，东段迎水桥一带因受地下水影响出现盐渍化草甸土。主要土壤类型如下：

（一）流 沙

覆盖在不同的土壤上，呈单个新月形沙丘，新月形沙丘链和格状新月形沙丘的形态。机械成分以细沙（0.05—0.25毫米）为主，占99%以上，小于0.01毫米的物理性粘粒甚少（0.15—0.76%），有机质含量0.02—0.12%，总盐量0.03%，沙子的田间最大持水量3.7%，凋萎含水率0.56%，毛管上升高度55厘米，沙层含水率经常保持在2—3%可供植物利用的有效水分为1.44至2.44%。栽植植物后，沙层水分强烈减少，但经过秋季降雨后又得以补充，故植物不致因缺水而大量死亡。

格状沙丘由于沙层深厚，植物根系不能达到底土和地下水层，主要靠沙中所含的水分、养分维持生长，故在固沙时应选择耐干旱、耐贫瘠的固沙植物种。

新月形沙丘链及单个新月形沙丘，因覆沙厚度不同，有的植物根系能穿入底土，吸取水分和养分，而且丘间低地潜水埋藏深度一般在2米以内，是适于固沙造林的良好地段。故除栽植固沙植物外，还可栽植经济价值较高的乔灌木树种。

(二)棕钙土

分布在孟家湾车站以西及上茶房庙至一碗泉区间，分为薄层沙质原始棕钙土、厚层沙质原始棕钙土、砾质棕钙土及沙化棕钙土。前三者地表有结皮及较紧密的土层，养分含量也比流沙中高（有机质含量0.24—0.64%），但水分含量较流沙为低（植物根系层含水量在1.5%以下），需保护现有植被。沙化棕钙土是原有的土壤遭受风蚀或地表积沙的结果，呈半流动状态。除保护现有植被外，还需适当地设置机械沙障。

(三)草甸沼泽土

分布在迎水桥车站北的湖盆低洼处，有季节性积水，处于沼泽化和草甸化的过程，通气不良，对植物生长不利。

(四)盐渍化草甸土

地下水位一米左右，易溶性盐分随毛细管上升积聚在地表层，形成不同程度的盐渍化，造林时需要选择耐盐树种。

(五)白僵土

为荒漠化的盐渍化土壤，地下水位2至5米，地表有灰白色的坚硬结皮，土层厚度0.5至2.0米，为粘土、壤土和沙壤土的交互沉积物，其下为灰色沙或圆砾，造林时需整地和选择耐盐树种。

(六) 圆砾地

全剖面主要为 1 至 5 厘米大小的砾石组成，混有少量细沙，地下水位 2 米左右，给植物生长创造了有利条件，造林时采取换土方法较好。

上述各种类型的土壤特性，下面将有专题论述，不再细叙。

四、植 被

本地区处于半荒漠地带，西部与荒漠紧接，因而构成了半荒漠及荒漠的植被类型，以矮小的灌木和半灌木为主要代表植物。由于生态条件不同，大体可分为沙生植被及湿生植被两大系列，主要植物种如下：

(一) 沙生系列

1. 固定沙地（照片 3）以白芨柴、柠条、油蒿为主，其次有寸草、无芒隐子草、刺蓬、茵陈蒿、五星蒿、白草、沙竹、地锦草等，覆盖度约 15—55%。

2. 半固定沙地 以油蒿、猫头刺为主，还有柠条、籽蒿、沙竹、沙米、绵蓬、针茅、木蓼等，覆盖度 5—16%。

3. 流动沙丘（照片 4）以籽蒿、花棒、沙米为主，还有臭蒿、绵蓬、沙竹等，覆盖度 1—2%。

(二) 湿生系列

1. 盐化草甸土 以芦苇、沙红柳、马蔺、狼尾草为主，还有碱蓬、寸草、剪刀股、白刺、海乳草、碱风毛菊等，覆盖度 30—80%。

2. 白僵土及覆盖有新月形沙丘的丘间低地 以白刺、蓼子

朴、滨紫为主，还有黄华、红沙、小穗滨草、牛心朴子等，覆盖度15—40%。

3.砾石地 有牛心朴子、白刺、猫头刺、寸草、小旋花、刺蓬等，覆盖度约10—20%。

从以上可以看出，不论湿生系列，还是沙生系列，除去裸露的流沙植被稀疏外，其它的植被盖度都较好。沙生系列中甚至在植物不能利用地下水的情况下，沙丘能自然生草达到固定阶段，总盖度最高可达55%。从流沙到固定沙地的植被演替大致如下：

散生的籽蒿（或花棒）→油蒿群落→柠条群落→白芨柴群落→红沙、珍珠群落（相对稳定的群落）。

因此，在本区条件下，只要采取防止风蚀措施和植物配置适宜，流沙的固定是可能的。但在选择固沙植物时，既要有先期的植物种，也要考虑后期的植物种。例如花棒和籽蒿是流沙阶段的植物种，油蒿及柠条是后期植物种，两者必须配合选用。

包兰线中(卫)甘(塘)段铁路两侧 的土壤类型及其特性

陈 文 瑞

包兰铁路中(卫)甘(塘)段属于棕钙土地带,东段地下水位较高,分布着草甸沼泽土和盐化草甸土,中段为大面积流沙,西段为不够典型的地带性土壤。流沙在该区域内分布最广,并以不同厚度、不同形态的沙丘覆盖在各种土壤上,使铁路、工厂、农田、渠道和牧场遭受不同程度的危害和威胁。但是,实践证明,流沙可以改变成土壤,使之造福于人类。研究确定,流沙经植物固定后向地带性土壤发育,序列为:流沙→棕钙土型沙土→松沙质原始棕钙土→沙壤质(或沙质)棕钙土。这是在自然情况下流沙变成土壤的图式。如果进行人工固沙,加入人为因素,必然会促使这种过程的发展。

据调查,沿铁路两侧分布的土壤类型有七种:

一、流 沙

本类型土壤包括新月形沙丘、新月形沙垄、沙垄、格状新月形沙丘(以下简称格状沙丘)和新月形沙丘链五种形态的沙丘。我国按沙的机械组成和理化性质的差异,分为两类:前四种的性质基