



河南沙情

● 金烈谊 主编

河南科学技术出版社

河南沙情

主编 金烈谊



河南科学技术出版社
· 郑州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

河南沙情/金烈谊主编. —郑州: 河南科学技术出版社,
2007. 7

ISBN 978 - 7 - 5349 - 3731 - 6

I. 河… II. 金… III. ①防沙 - 概况 - 河南省②沙漠
治理 - 概况 - 河南省 IV. P942. 610. 73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 082266 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65788613

责任编辑: 杨秀芳

责任校对: 王艳红

封面设计: 周睿君

版式设计: 采 风

印 刷: 郑州文华印务有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 148mm × 210mm 印张: 6.75 字数: 190 千字

版 次: 2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 58.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系。

编委会名单

主 编 金烈谊

副主编 曹冠武 光增云

编 者 (以姓氏笔画为序)

于 磊 马新孔 王纳新 毛海生

江 帆 光增云 金 钰 金烈谊

俞秀玲 席公晓 夏丰昌 曹冠武

谢卫童

前 言

被列为地球四大公害之一的沙漠化愈来愈严重，目前地球的陆地面积已有 35% 被沙漠覆盖，有 $\frac{1}{3}$ 的人口和 $3.6 \times 10^9 \text{ hm}^2$ 的土地受到危害。尼罗河全长 6 670 km，繁茂的森林、肥沃的土地，成就了古埃及文明，但随着森林的消失，全国 96% 以上的土地为大沙漠所覆盖。从此，埃及的富足与文明变成了荒凉和贫困。亚洲的印巴次大陆，印度河流域在 3 000 年前森林茂密，孕育并创造了古印度文明，但由于人口的增加，森林遭到破坏，终于酿成了面积达 $3.1 \times 10^5 \text{ km}^2$ 的印度大沙漠，加上周围沙荒地，总面积达 $6.5 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。我国也是世界上沙漠化土地比较多的国家之一，沙漠和沙漠化土地面积约 $1.533 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，占国土总面积的 15.9%，而且沙漠化的蔓延速度呈逐年增加趋势，20 世纪 50 ~ 60 年代每年扩大 1 000 km^2 ，70 年代每年扩大 1 560 km^2 ，进入 80 年代，每年平均扩大 2 100 km^2 ，目前仍在继续扩大。

河南省因其特殊的地理位置，自古就多沙。自西汉以来，黄河大规模的改道和泛滥都为地处黄河中下游的河南带来大面积的沙化土地，特别是 1938 年的大改道，使豫东平原肥沃的田野变成了大片的沙荒、沙地。土地的沙化总是伴随着贫穷，二者互为因果。面对风沙和贫穷，历朝历代的统治者置若罔闻，农民又无力大面积加以治理，致使风沙危害愈演愈烈，人民生活极度贫困，经常外出逃荒要饭。新中国成立后，河南省各级政府组织饱受风沙之苦的人们，用自己的双手播撒绿色，播撒富足，大搞农田林网建设和农林间作，在沙区逐步形成了片、网、带、点相结合的农田防护林体系，使风沙危害基本上



得到了控制。

随着经济的发展，人口的增加，人们对资源的需求不断上升，人与地的矛盾日趋尖锐，毁林造田时有发生，殊不知两代人旷日持久、含辛茹苦所建立起来的相对稳定的沙区生态环境，还有一定的脆弱性，林木被毁会造成风沙再起、土地沙化。为此，我们编写本书告诫人们要爱惜来之不易、相对稳定的绿色家园。而本书提供的一些资料也可作为各级领导和科技工作者在沙区治理、综合开发、建立沙产业时的科学依据。

由于编者水平有限，书中错误和疏漏之处，敬请读者批评指正。

编者

2007年3月

目 录

第一章 沙源与沙患	(1)
一、沙源	(1)
二、沙患	(5)
第二章 风沙治理	(21)
一、历史的回顾	(21)
二、治沙历程	(22)
三、豫东防护林营造	(28)
四、豫北防护林营造	(33)
五、风沙治理的主要经验	(37)
第三章 防风治沙典型模式	(38)
一、营造防风固沙林	(39)
二、农田林网	(42)
三、农桐间作	(48)
四、农枣间作	(55)
五、农条间作	(58)
六、农柳间作	(62)
七、农果间作	(65)
八、引黄放淤	(66)
九、金银花固沙造林	(68)
十、翻淤压沙	(69)
十一、鱼藕混养	(69)
第四章 沙化土地普查	(70)

一、普查对象	(72)
二、技术标准	(72)
三、普查方法	(75)
四、普查结果	(76)
五、分析与评价	(83)
第五章 沙化土地监测	(86)
一、监测范围与对象	(86)
二、技术标准	(87)
三、监测方法	(91)
四、监测结果	(92)
五、分析与评价	(103)
第六章 防沙治沙工程规划	(107)
一、工程区土地现状	(108)
二、生态建设成就与问题	(122)
三、工程区经营区划	(123)
四、规划布局与规模	(124)
五、工程区建设内容	(130)
六、效益分析与评价	(130)
第七章 沙区瑰宝	(132)
一、豫北黄河故道湿地鸟类国家级自然保护区	(132)
二、郑州市国家森林公园	(133)
三、开封国家森林公园	(134)
四、濮阳黄甫森林公园	(134)
五、中原绿色庄园	(135)
六、延津黄河故道森林公园	(136)
七、中牟森林公园	(137)
第八章 沙地主要树种造林技术	(139)
一、沙兰杨	(139)
二、刺槐	(145)
三、泡桐	(153)



四、白榆	(156)
五、毛白杨	(163)
六、楸树	(171)
七、侧柏	(175)
八、旱柳	(179)
九、臭椿	(181)
十、楝树	(184)
十一、白蜡树	(186)
十二、紫穗槐	(188)
十三、金银花	(191)
十四、怪柳	(192)
十五、杞柳	(194)
十六、枣树	(195)
十七、石榴	(197)
十八、杏	(200)
参考文献	(204)

第一章

沙源与沙患

一、沙 源

河南的沙荒、沙土是如何产生的，这是一个古老撩人的谜题，为了揭开这个谜底，就要从黄河说起。

“黄河之水天上来，奔流到海不复回”。气势磅礴的黄河是中华民族的象征，她发源于青海省巴颜喀拉山北麓，流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南、山东等九省区，在山东垦利入海，全长 5 464km。黄河哺育了中华民族，是华北大平原的主要缔造者，然而历史上下游不断决溢和改道，给下游沿河人民带来了极其深重的灾难。

黄河上游水流是清的，到兰州多年平均含沙量只有 $3\text{kg}/\text{m}^3$ ，到包头也还只有 $6\text{kg}/\text{m}^3$ ，但从黄河河套向南折后，有 31 条较大支流，如无定河、汾河、北洛河、泾河、渭河等，萦回盘绕在西起六盘山、北起阴山、东至太行山、南至秦岭的世界上最大的黄土高原上（图 1-1）。

在古代，黄河的泥沙含量很少，因为古代黄土高原植被覆盖很好，在 2 600 多年前的春秋时期，黄土高原上大片森林，郁郁葱葱，清澈的黄河在黄土高原上欢快地唱歌，流入滔滔海洋，可谓山清水秀。唐朝以后，黄土高原植被逐渐遭到破坏，森林被滥伐，坡地被滥垦。由于黄土“沙松土散”，特别容易受到侵蚀，黄河中游又地处中纬度，气象、水文条件极不稳定，春、冬季干旱少雨，狂风肆虐，夏、秋季暴雨连连，所以土壤被侵蚀的力度特别大，水土流失十分严

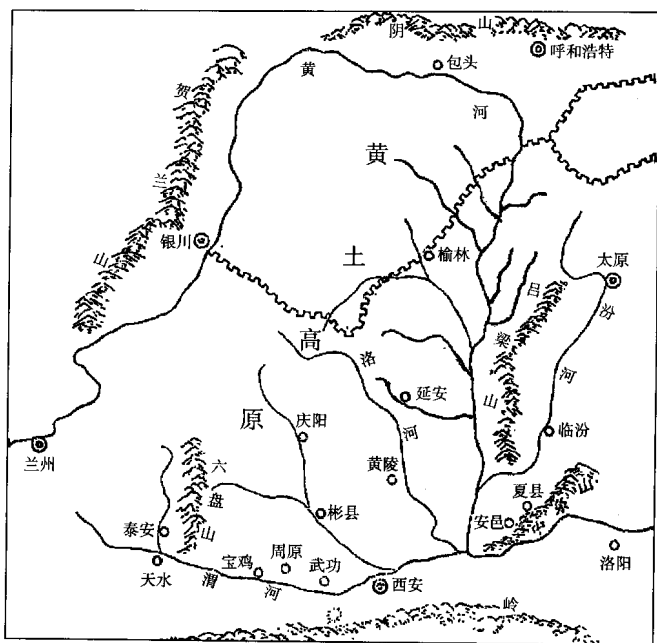


图 1-1 黄土高原地理图

重，形成了千沟万壑。黄土高原被侵蚀后形成的很多陡坡，一经暴雨冲刷，土壤被侵蚀的速度就更加迅速。这一切因素，使黄河中游地区的泥沙每年不停地通过各条支流滚滚流入黄河，使黄河成为一条多泥沙的河流。据河南省陕县水文站多年测定，河水平均泥沙含量为 $37.7\text{kg}/\text{m}^3$ ，是长江的 5.7 倍、恒河的 5.8 倍、尼罗河的 18 倍、密西西比河的 42 倍、亚马孙河的 360 倍，成为世界上泥沙含量最多的河流。

年复一年，黄河就像一条巨大的传送带源源不断地向下游传送泥沙；平均每年输沙量高达 14 亿 t。

黄河从孟津峡谷流入河南平原后，受海平面的控制，比降很小，河道平缓，水流迅速变缓，于是泥沙大量淤积，使河床逐年升高。黄河每年带到下游泥沙的 $1/4$ 堆积在下游河道内，日积月累，就使黄河下游的河床比大堤外地面高出 3 ~ 5m，有些地段竟高出 9 ~ 10m，从



而成为世界闻名的“地上悬河”，见图1-2。

黄河因此也就成为黄淮海平原的脊柱，黄河以北属海河流域，以南属淮河流域，罕见地以一条河流作为两大流域的分水岭。

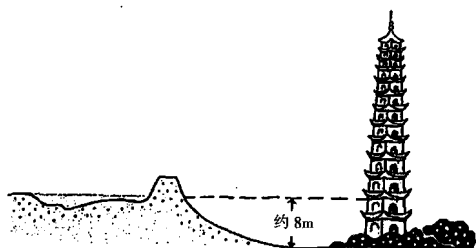


图1-2 “地上悬河”示意图

奔腾咆哮的黄河灌溉滋养着华夏大地，然而频繁的决口改道却给生活在流域内的人们带来了深重的灾难。黄河下游由于河床高出地面，黄河洪水全靠两岸大堤约束，在河南境内有堤防的河段有444km，两岸堤防总长645km。历史上由于河堤治理失当，河道上宽下窄，一旦遇到多泥沙的洪水，河槽就很难固定，泥沙水在泥沙滩上流动，往往形成河道堵塞，河堤漫决，使黄河成为一条善淤、善决、善徙的河流。据历史文献记载，黄河在河南境内发生决溢改道的次数很多，从公元前602年至1938年的2540年间，下游决口泛滥的年份有543年，决口1590余次，改道26次。其中在河南境内决口泛滥的年份就高达400年，大的改道均发生在河南境内。洪灾西起郑州附近，北抵津沽，南犯江淮，波及范围可达25万km²。如周定王五年（前602年），黄河从宿胥口（今淇河、卫河合流处）改道，经滑县、濮阳西一带流入河北渤海；汉代酸枣之决在延津县境，瓠子之决在濮阳境内。明永乐八年（1410年），洪水冲入开封城，14000多户受灾，46690hm²农田受淹。清乾隆二十六年（1761年），三门峡至花园口区间发生大洪水，伊洛河夹滩地区水深3.3m以上，洛阳、巩县县城均受水灌，由于黄河、沁河水并涨，沁阳、修武、武陟、博爱大水灌城，水深1.7~3.3m，这场洪水使黄河在中牟县杨桥决口，大河夺溜，由贾鲁河、惠济河分道入淮，使河南12个州、县被冲，山东132个州、县，安徽4个州、县被淹。清道光二十三年（1843年），三门峡以上发生大洪水，又在中牟县九堡冲决，大溜分为两股直趋东南，使河南的中牟、尉氏、祥符（今开封）、通许、陈留、淮阳、扶

沟、西华、太康、杞县、鹿邑以及安徽的一些地区普遍受灾。清咸丰四年（1855年），黄河在河南兰考铜互厢决口，由山东垦利再次流入渤海。

历代的黄河决溢，有些是自然因素造成的，有些是统治者人为造成的，如秦代王赧引河灌大梁；宋代杜充决河抵御金兵；明崇祯十五年起义军李自成兵围开封城，统治开封的周王（恭枬）为了自保，掘开黄河大堤，水淹起义军，造成了严重的历史悲剧；1938年，国民党蒋介石政府为了阻止日本侵略军的追击，不顾人民死活，下令扒开郑州花园口黄河大堤，制造了一次历史上罕见的人间浩劫，共计有89万人死亡，造成了震惊中外的“黄泛区”，使黄河泛滥于豫、皖、苏平原将近9年之久。

在中华民族漫长的历史中，黄河决口有1593次，大的改道就有26次，而且大的改道几乎都发生在河南境内。黄河从黄土高原携带到下游和海口的泥沙每年平均可达13.8亿t，体积约合9.2亿m³，如果用这么多泥沙堆成高、宽各1m的土坝，就可绕地球赤道23周。黄河既然有这么多泥沙，每一次决口、泛滥势必就有大量泥沙沉积在豫北、豫东故道和泛滥区，有时沉积厚度可达数米。由于黄河每次决口、泛滥时水流速度不同，而且每次泛滥、决口的地点不同，水量大小也不同，加之微地形的差异，所以沉积物不仅在水平分布上粗细不同，就是同一地点也有不同质地层次的排列，即出现厚薄不同的沙、壤、黏间层，形成了沉积层中明显的质地差异。在这些沉积物上经过人类长期开垦、耕作、熟化，形成了较年轻的幼年土壤——潮土。河南潮土又可分为三个土属，即淤土、两合土和沙土，河南省第二次土壤普查时把沙土定为风沙土土类。

风沙土主要分布在河南省东北部黄河故道及其两侧，就政区而言，主要分布在安阳、鹤壁、濮阳、新乡、郑州、开封、商丘等省辖市。该区年降水量600~700mm，年蒸发量2000mm左右，蒸发量是降水量的2~3倍，而且降水分布不均，冬、春干旱季节降水量仅为全年降水量的20%左右，而冬春干旱季节蒸发量却占全年蒸发量的40%左右。该地区的大风（17m/s，8级）日数多在20d以上，且集



中在冬、春旱季，如郑州市中牟县年降水量为 624.5mm，年蒸发量为 2 046mm，年蒸发量是年降水量的 3.28 倍，大风日数达 31d；开封市兰考县年降水量为 648mm，年蒸发量为 2 163.3mm，年蒸发量是年降水量的 3.16 倍，大风日数达 15d；新乡市延津县年降水量为 611.4mm，年蒸发量为 2 113.1mm，年蒸发量是年降水量的 3.46 倍，大风日数为 17d。据观测，当风力大于 3m/s 时，沙粒可在地面滚动；当风力大于 5m/s 时，沙粒即可在近地面移动；而当风力大于 10m/s 时，沙粒即可飞扬。

河南风沙土的母质主要是河流沉积物，特别是黄河从黄土高原地区携带到中下游的大量泥沙，在黄河决溢主流所经处沉积下来的是较粗的颗粒，主要是沙粒，每吨沉积物中沙粒一般可占 900kg 以上。由于沙粒松散，黏结性小，保水性差，故在干旱多风季节，容易被风吹扬搬运，堆积形成风积物，而后经过较短的成土作用形成风沙土，由此可见，风沙土是在干旱多风的条件下形成的。由于风力的长期搬运堆积，风沙土地区就形成了新月形的沙丘与长条状的沙垄，一般高 5~10m，迎风面坡度较缓，通常在 10°以下，背风面较陡，一般在 15°~20°。由于沙丘、沙垄的形成，因此在丘岗之间也必然存在着洼地。沙丘、沙垄的生态环境异常恶劣，风蚀严重，干旱缺水，光照强烈，昼夜温差悬殊，沙性大。冬、春干旱季节，一遇大风，就风起沙扬，黄沙弥漫，遮天蔽日，沙丘、沙垄也经常随风移动，农田、房舍被掩埋，水井、河渠被填平，农业生产遭受极大破坏。

二、沙 患

河南地处黄河中下游，是我国的中原腹地，自古就有“得中原者得天下”之说。因此在我国的历史长河中，从夏、商、秦、汉到明、清，再到民国军阀割据，河南战乱不断，民不聊生。而地处风沙土黄河故道区的豫北、豫东不仅遭受战争的摧残，而且还受到风沙的危害。

黄河决溢后留下大面积的流动沙丘、沙地，沙粒随风迁移，埋没



村庄，吞蚀良田，造成沙区群众食不果腹，苦不堪言，生活极端困难。

据元延祐七年（1320年）《延申县志》记载，黄河北岸延津县有座吴起城，人口稠密，经济发达，富甲一方。未料，一天夜里，狂风大作，沙尘四起，待到天明时分，小城附近的人们惊奇地发现，吴起城不见了，取而代之的是一座硕大的沙丘。这就是历史上著名的“沙埋吴起城”事件。明、清时期，延津胙城县城多次被沙掩埋，当时县知事，每年秋后即组织人力清沙，一年不清，城池不显，车马即可越城而过。内黄县尚小屯村立有为沙压18个村请准豁免银粮碑，记载着咸丰六年（1856年）常小旺等18个村飞沙流行，村舍、庙宇俱为飞沙掩埋，田园荒芜，居民外移之情。

据中牟县志记载，该县清朝至民国期间，经常狂风四起，飞沙走石，遮天蔽日，白天点灯，吃饭关门，风过遍地黄沙碎瓦，惨不忍睹。该县邵岗乡常庄村因被风沙埋没，曾三次被迫搬迁。据兰考县志记载，该县曾有6个村庄被风沙埋没，仅1937年受风沙危害，外出逃荒的就有33户，死亡27人。据史料记载，民权县曾有18个村庄被风沙埋没，有28个村庄由于风沙所逼不断南迁。商丘县小韩庄新中国成立前的20年内，因风沙所逼，连续三次南迁。豫北的清丰县韩村乡西刘庄村也曾因流沙压埋而三移村址。濮阳县王称锢乡东温庄村也由于受风沙危害而三次迁移。

新中国成立以后虽经治理，但风沙危害仍然存在。1960年，豫北清丰县固城乡王崔村因风沙导致土地绝收，饿死42人。豫北滑县干柳村，在1982年5月4日的一场大风中，流沙大量刮入村中，风后组织农户用一天多时间才把流沙清理干净。1979年以前开封县大部分沙区乡镇仍然是吃粮、花钱靠救济，生产靠贷款。该县西姜寨乡仅1965年就吃掉国家统销粮1500t，发救济款32万元。

（一）风沙危害原理

在沙区，风的作用很强，主要表现为气流沿地面流动时对地面物质的吹蚀、磨蚀、搬运和堆积过程。由于气流的密度较小，黏滞性低，气流经常呈涡动。近地面的热对流和地形起伏常常使地表气流产



生大的旋涡，从而加强气流的紊动作用。地表的松散沙粒或基岩上的风化产物在紊动气流作用下被吹扬，这种作用称为吹蚀作用。风挟带沙粒移动，沙粒与地表发生摩擦，如果地表有裂隙或凹坑，被风挟带的沙粒可钻进其内部进行旋磨，这种作用称为磨蚀作用。吹蚀作用和磨蚀作用统称为风蚀作用。

风携带各种不同粒径的沙粒，使其发生不同形式和不同距离的位移，称为风的搬运作用。风虽然是形成风沙危害的主要动力，但并不是所有的风都会产生风沙危害，只有能够把沙子吹动和搬运的风才能产生风沙危害。人们通常把能够使沙发生运动的风称为起沙风，而把挟沙的风或气流称为风沙流，风沙流的临界起动风速值随组成沙质地表的沙粒粒径的不同而不同。一般来说，能够被风吹起的沙粒粒径大小与风速成正比。表 1-1 是根据野外观测得到的不同粒径下的起沙风速（距地面 2m 高）。

表 1-1 不同粒径下的起沙风速（朱震达等，1989）

沙粒粒径 (mm)	起沙风速 (m/s)
0.10 ~ 0.25	4.0
0.25 ~ 0.50	5.6
0.50 ~ 1.0	6.0
> 1.0	7.1

风沙流是由于空气和沙质（或砾质）地表两种不同密度的物理介质之间的相互作用而形成的。风首先作用于沙质地表，使沙粒脱离地表进入气流中，这时作用于沙粒的力主要是冲击力，它可以超过沙粒自身质量的数十倍至数百倍。沙粒在冲击力作用下发生疾速转动，然后在气流上升力（也可以超过沙粒自身质量的数十倍至数百倍）的作用下被搬运到气流的主流部分，随着气流的运动而形成风沙流。在风的作用下沙粒首先沿着沙面滑动或滚动，当沙粒的运动速度达到起沙风速，运动的沙粒碰到沙面上突起的沙粒或与其他运动的沙粒发生碰撞时，就会骤然向上垂直跳起，跳起的沙粒从气流中获得其运动的能量，以 300 ~ 900 转/s 的速度高速旋转，并获得巨大的水平速



度,以相对水平线来说很小的锐角($10^{\circ} \sim 20^{\circ}$)下落。风沙流中的含沙量和高度有关,据观测,风沙流中的绝大部分沙粒处于近地面10cm以下(表1-2)。随着风速的增大,在距地表10cm内含沙量的绝对值也增大(表1-3)。

表1-2 距地表不同高度风沙流的含沙量(杨景春,1985)

风速 (m/s)	9.8							5				
高度 (cm)	0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 50	50 ~ 60	60 ~ 70	3.6	3.6 ~ 7.2	7.2 ~ 10.8	10.8 ~ 14.4	14.4 ~ 32.4
含沙量 (%)	79.32	12.30	4.79	1.50	0.95	0.40	0.74	43.0	31.0	16.1	6.5	3.4

表1-3 风速与含沙量的关系(朱震达等,1989)

距地面2m高处风速 (m/s)	4.5	5.5	6.5	7.4	13.2	15.0
0~10m高度内的含沙量 [$\text{g}/(\text{cm}^3 \cdot \text{min})$]	0.37	1.04	1.20	2.27	19.44	35.58

各种不同粒径的沙粒在风的作用下表现为三种不同的运动形式,即悬移、跃移和蠕移(图1-3)。

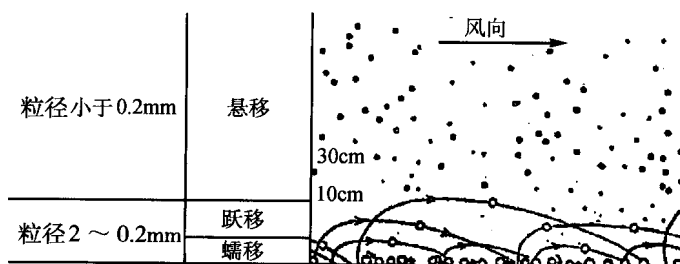


图1-3 风沙运动的三种基本形式(杨景春,1985)

1. 悬移

一些粒径小于0.2mm的沙粒,在风速为5m/s时呈悬浮状态移动,称为悬移。悬移是由于沙粒的沉降速度小于风的紊动向上风速而形成的。一般来说,当空气中固体颗粒的沉降速度小于平均风速的