

水力治沙造田 与沙区农业可持续发展

Sand Control and Farmland Rebuilding
by Hydraulic Power and Sustainable
Agricultural Development

蒋定生 郭胜利 编著

内 容 提 要

本书是《水力综合治沙技术与实践》一书的姊妹篇。全书共分七章。主要介绍:沙区多管井的规划及其塑料多管井的构造与成井技术;陕北风沙草滩区地下水动态;不同土体构型风沙土中水肥的迁移、吸持与供应特征;水力综合治沙效益评价的指标体系与评价方法。

本书主要供从事治理沙漠的基层工作人员和科技人员使用,也可供水利、农业等专业人员和有关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

水力治沙造田与沙区农业可持续发展/蒋定生,郭胜利编著.-北京:中国水利水电出版社,1998

ISBN 7-80124-805-8

I. 水… I. ①蒋… ②郭… III. 水利建设-沙漠治理-陕北地区 IV. S288

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 19827 号

书 名	水力治沙造田与沙区农业可持续发展
作 者	蒋定生 郭胜利 编著
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sale@waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京密云红光照排厂
印 刷	北京市朝阳区小红门印刷厂
规 格	850×1168 毫米 32 开本 5.375 印张 136 千字
版 次	1998 年 9 月第一版 1998 年 9 月北京第一次印刷
印 数	0001—3100 册
定 价	16.80 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻版必究

编 著 人 员 名 单

主 编： 蒋定生

副主编： 郭胜利

参 编： （依姓氏笔画为序）

王 惠 罗爱平 胡宏飞

郭胜利 袁建平 蒋定生

序

“无定河流域风力侵蚀综合防治技术体系实验研究”立项评审时，我奉邀与会，有幸对榆林市风沙草滩区进行考察，目睹了陕北沙区人民面对恶劣的生态环境，充分发挥社会主义制度的优越性，发扬艰苦创业精神，采用水力综合治沙技术，齐心协力，在沙漠深处和河流漫滩上造出了万顷良田，在茫茫沙海中营造了成千成万棵乔木和灌木，固定了沙丘。与会专家对陕北人民的水力综合治沙成就莫不推崇备至，也殷切希望有关部门能尽快将这些成功的治沙经验加以科学总结，使之能在我国同类型地区推广应用。

本项目的研究者们，通过调查总结—试验—研究分析，收集了大量的一手资料，编著《水力综合治沙技术与实践》，系统总结了陕北沙区人民引水拉沙造田、拉沙筑堤、拉沙修渠、拉沙筑坝，新造农田改土培肥及作物高产栽培和节水灌溉等方面的经验。现又从治理荒沙，建设生态农业的角度，对沙区塑料多管井的科学规划与技术参数选择，滩区地下水水位变化模拟预测，沙区农田不同土体构型下的土壤对水分和养分的吸持特征，以及水力综合治沙效益的评价等问题，进行深入研究的基础上，编著了《水力治沙造田与沙区农业可持续发展》一书。该书所论问题直接关系到沙区地下水资源如何永续利用，沙区农业如何持续发展，沙区的生态环境如何至臻秀美，为水力综合治沙技术的推广应用提供了理论与方法。这种以生态环境为导向的水土资源开发观点，使水力综合治沙进入了水土资源开发与环境保育相协调的高境界，其影响将至为深远。

《水力综合治沙技术与实践》和《水力治沙造田与沙区农业可持续发展》荟集了陕北沙区人民水力综合治沙技术的精华，也可

看出课题研究者们多年来对水力综合治沙研究工作之执着。书中资料甚丰，论证入微，诚足为治沙从业人员学习及业务工作谋求改进者之参考。本书付梓，为陕北沙区生态农业建设提供了宝贵的科学依据，为“再造一个山川秀美的西北地区”作出了有益的贡献，对我国水土保持事业也将有莫大助益。

山 仑

1998年5月于杨陵

前 言

进入 80 年代以来,陕北沙区人民通过水力综合治沙,在开发沙区土地资源、改善生态环境方面又有了新的飞跃。这一成绩的取得,得益于两项科技进步:其一,大面积推广沙地塑料多管井,该种新井型结构简单,成井快,成井率高,成本费用低,出水量大,对推动沙区井灌农业的发展起了巨大的作用;其二,改革了水力综合治沙工程的投资机制和经营管理机制,投入的调控方式已不再是计划经济体制下的非行政经济杠杆,投资主体(个人或组织)拥有投资决策权,产权关系明晰,投入的使用同建成后的财产、权力、责任和利益紧密地结合起来,再加上各级政府出台了一系列有利于沙区土地资源开发的政策和法规,大大激励了投资者的积极性。使投资渠道多元化,一改过去投资单一乏力的被动局面,使沙区土地资源开发呈现一派勃勃生机。

我们也应该看到,陕北沙区位于毛乌素沙地的南缘,属于生态脆弱带。而沙区土地资源的开发,是通过开采沙区地下水资源来支撑的,因此,水资源是维持沙区农业可持续发展的先决条件。

本区多年年平均降水量 300~420mm,是地下水的主要补给来源。本项研究立项时,项目组朱显谟院士等技术顾问提醒课题组成员:沙区地下水资源是有限的,在研究引水拉沙造田实用技术的同时,要吸取以往开发自然资源过程中的教训,以使生态、经济和社会三方面效益同步增长,并要重视农业节水技术的研究和应用。遵照专家的建议,本书比较系统地阐述了:沙地塑料多管井的构造和成井技术;风沙草滩区地下水动态及预测;不同土体构型风沙土的保水保肥特征;水力综合治沙的效益评价指标体系及评价方法。

本书主编蒋定生,副主编郭胜利。参加编写的有蒋定生(第

一、五、七章及第二章的 1~2 节和第六章第 1 节)，王惠、罗爱平（第三章），郭胜利（第四章），胡宏飞（第六章第 2 节），袁建平（第二章第 3 节）。

本书完稿后，承蒙王正秋教授细心审阅，提出了许多宝贵意见，对提高书稿的质量大有裨益。横山县水利水土保持局和横山县粮副基地建设办公室为本书的撰写提供了许多宝贵资料。水利部水土保持司焦居仁司长、牛崇桓副处长十分关注项目的进展，并给于大力支持和指导，今借本书付梓之机，一并表示衷心的感谢。

今天，陕北地区人民正在根据江泽民总书记关于“大抓植树造林，绿化荒漠，建设生态农业”，“再造一个山川秀美的西北地区”的指示精神，掀起治理水土流失建设生态农业的热潮。本书的出版问世，如能为这一造福子孙万代的宏伟工程贡献一点绵帛之力，那将是我们最大的欣慰。

蒋定生

1998 年 4 月 25 日

目 录

序

前 言

第一章	水力与推土机相结合的治沙造田技术	1
第一节	推土机在水力治沙中的作用与配置	1
第二节	推土机在引水拉沙施工中的最佳运距	3
第二章	风沙草滩区地下水动态	8
第一节	风沙草滩区水资源评价	8
第二节	地下水动态监测	20
第三节	地下水变化动态模拟	45
第三章	塑料多管井的规划与成井技术	54
第一节	塑料多管井的规划布设	54
第二节	塑料多管井的结构与参数选择	58
第三节	塑料多管井的施工	69
第四章	新修沙地的快速改良培肥原理与农业可持续发展	76
第一节	新修沙地农业性状	76
第二节	稳定的生态环境建设	77
第三节	土壤对水肥的吸持	81
第四节	不同土体构型风沙土中水肥吸持的特征	93
第五节	水分利用效率及提高途径	99
第六节	沙区农田养分管理	102
第五章	治河造田洪水设计标准	106
第一节	治河造田的发展与存在问题	106
第二节	洪水设计标准	108
第六章	沙区土地资源开发产业化	119
第一节	开发沙区土地资源的有利条件	119
第二节	沙区土地资源开发逐步走向产业化	121
第七章	水力综合治沙效益评价	125

第一节	水力综合治沙效益评价指标体系的建立	125
第二节	评价方法	131
第三节	水力综合治沙效益评价实例	140
主要参考文献		156

第一章 水力与推土机相结合的治沙造田技术

水力治沙，从明代开始，至今已有 300 多年的历史，并积累了丰富的经验。但是，新中国成立以前的较长时期，没有农业机械，拉沙造田，全凭水力和人力施工。新中国成立后，出现了用抽水机抽水打沙。80 年代以来，随着我国农业机械化程度的日益提高，推土机被应用到引水拉沙造田的施工中，使工效大为提高，促进了水力综合治沙科学技术的发展。

第一节 推土机在水力治沙中的作用与配置

一、沙丘顶部开壕

“抓沙顶”是目前工效最高的一种引水拉沙施工方法。因为这种方法是将冲沙壕开挖于丘顶，水流跌差大，冲力强，水流挟沙能力高。据测定，这时冲沙壕中水流平均速度大于 4m/s ，断面含沙量高达 1280kg/m^3 ，因而工效高，人工劳动强度小。但是“抓沙顶”方法只适宜于水位高于或相平于沙丘顶部时。若配合推土机，顺引水渠方向，于沙丘顶部推出一条冲沙壕，使壕底高程略低于引水渠水位，即可放水拉沙。榆林牛家梁乡大伙场村 1995 年 10 月，在一次引水拉沙中采用这种方法，7 个人在 1.5 小时内就拉走沙子约 4000m^3 ，工效大为提高。

二、拥沙入壕

当采用“羊麻肠”方法拉沙时，由于冲沙壕宽（有时宽约 30~50m），壕内水浅，流速小（断面平均流速 $0.35\sim1.20\text{m/s}$ ），水

流挟沙能力低（断面平均含沙量 $100\sim 230\text{kg/m}^3$ ），这时为了提高拉沙工效，可在冲沙壕一岸或两岸（一般在上游）配置推土机，将残存有坡度不大的平台状沙堆，用推土机推入壕中，把沙子带到下游凹地。“羊麻肠”拉沙方法因断面平均含沙量低，沙子运距远，有时可超过 1km ，因此采用水力与推土机相结合的方法拉沙，适当提高冲沙壕中水流含沙浓度，延长沙子运距，是提高拉沙工效的一种有效措施。

三、补壑

在“羊麻肠”拉沙过程中，冲沙壕一般长达数百米，偌大一个工地，往往只有 $3\sim 5$ 个人施工，稍一疏忽，冲沙壕中的水流常会漫过堤顶，冲成壑口，在冲沙壕水流急转弯的地方，最易发生这种险情。有时数分钟就会冲成数百立方米的一个大壑口，从而中断引水拉沙。

榆林市红石桥乡杨窑湾村，1997 年 10 月 4 日，拉沙时冲沙壕冲开决口，用 3 台推土机推土半个小时才将壑口堵起。

四、修蓄水池围堰

蓄水池是引水拉沙的一种临时性的蓄水设施，其目的在于增大水流落差，增大入壕流量，提高水流的冲刷力，加快引水拉沙速度。过去，蓄水池的围堰都靠人力堆筑，费工费力。现在采用推土机推土碾压方法，能显著提高工效。

五、平整粗坯地

用引水拉沙方法造出的农田，仅是一种大平小不平的粗坯地，需根据田、渠、路、林的统一规划，将田块按要求加以平整，修好水渠、道路、防护林，再经过垫土施肥改良，方可利用。

六、不同引水拉沙方法的工效比较

红石桥乡杨窑湾村利用红海渠流水，采用水力与推土机相结合的治沙技术，于 1997 年 10 月，拉沙造地 10hm^2 ，50 天建成，比之传统的水力与人工相结合的方法提高了工效 2.0 倍（表 1-1）。

表 1-1 水力与推土机相结合的拉沙工效比较

项 目	造地面积 (hm^2)	造地持续时间 (d)	成本费 (元/ hm^2)
水力与人力相结合	10	150	15000
水力、推土机与人力相结合	10	50	6750
工效比较		节约时间 200%	减少费用 122%

第二节 推土机在引水拉沙施工 中的最佳运距

在引水拉沙施工过程中，推土机每次推土（沙）的距离经常变化，从小于 10m，到大过 100m，这就存在一个合适的运距问题，以使推土机在引水拉沙过程中取得良好的工效。

一、单铲推土量

推土机的单铲推土量，是指下铲一次能推多少土。单铲推土量的多少，与推出机的型号、地形、推土机的新旧程度，机手的熟练程度等因素有关，一般是通过大量的推土实践，用统计方法求得具有代表性的平均数值。有关研究表明，用东方红—60 型推土机，在正常情况下，每铲虚方可达 $1.3 \sim 1.4 \text{m}^3$ ，相当于每铲实方 1.0m^3 左右。

二、单铲推土需工时

1. 单铲推土需工时的组成

推土机下铲推一铲土，一般要经历起土、运土、卸土、返回等四个程序，设每一程序需时分别为 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 ，则下铲推土一次全过程需工时为 t 。

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (\text{s}) \quad (1-1)$$

2. 单铲推土需工时的分析

在推土一次的 4 个程序中，所需工时的情况分为两类：

(1) 起土需时 (t_1) 和卸土需时 (t_3)，在正常情况下，每次所

需时间可视为不变, 即 t_1 和 t_3 是个常数, 从而 (t_1+t_3) 也是一个常数, 令

$$t_1 + t_3 = K_t$$

(2) 运土需时 (t_2) 和返回需时 (t_4), 都和运距 (S) 有关。运距远, 则 t_2 和 t_4 也大; 运距近, 则 t_2 和 t_4 也小。

如设运土速度为 v_2 , 则 $t_2 = S/v_2$ (s)

若设返回速度为 v_4 , 则 $t_4 = S/v_4$ (s)

因此, 推土机单铲推土需工时 (t) 是由常数 (t_1 和 t_3) 和变数 (t_2 和 t_4) 两个部分组成。总的来说, 单铲推土需工时 (t), 与运距 (S) 的一次方呈正比例。

三、台时推土量

1. 台时推土量的组成与分析

每一台推土机, 工作 1 小时, 能推多少土, 叫做台时推土量。设每小时推土铲数为 N , 每次推土量为 q , 台时推土量为 Q , 则

$$Q = Nq \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

因为每次推土需时为 t (s), 故 $N = \frac{3600}{t}$, 则

$$Q = \frac{3600q}{t} \quad (1-2)$$

由式 (1-1) 知, t 由四部分组成, 其中 t_1 和 t_3 基本为定值, 而 t_2 和 t_4 与运距呈正比例关系, 与运土速度和推土机室车返回速度呈反比例关系, 因此, 可近似认为台时推土量, 与运距呈反比例关系。即运距越大, 台时推土量越小。

2. 台时推土量的计算

以东方红—60 型推土机为例。一般说来, 推土前进时用一速 ($v_2 = 0.92\text{m/s}$), 返回时用倒档二速 ($v_4 = 1.39\text{m/s}$), 起土和卸土时间共 20s ($t_1 + t_3 = 20\text{s}$), 单铲推土量 $q = 1.0\text{m}^3$ 。在不同运距 (S) 下, 台时推土量 (Q) 的计算结果如表 1-2。

根据刘万铨同志的研究表明, 当推土机的运距超过 40m 以上时, 推土机卸土后, 调头, 正档用四速 ($v_4 = 2.25\text{m/s}$) 返回原处, 可提高工效 10%~15%。

表 1-2

不同运距推土机台时推土量计算

运 距 S (m)	运土需时 t_2 (s)	返回需时 t_4 (s)	推土一次 需时 t (s)	台时推土 次数 N (次)	台时推土量 Q (m^3/h)
10	10.9	7.2	38.1	95.0	95.0
20	21.8	14.4	56.2	64.2	64.2
30	32.7	21.6	74.3	48.4	48.4
40	43.6	28.8	92.4	38.9	38.9
50	54.5	36.0	110.5	32.6	32.6
60	65.4	43.2	128.6	28.0	28.0
70	76.3	50.4	146.7	24.5	24.5
80	87.2	57.6	164.8	21.9	21.9
90	98.1	64.8	182.9	19.7	19.7
100	109.0	72.0	201.0	17.8	17.8
120	130.8	86.4	237.2	15.2	15.2
150	163.5	108	291.5	12.4	12.4

四、推土机推土最佳运距分析

将表 1-2 中有关数值写成表 1-3 形式，表中假设运距每增长 5m 为一级。由表 1-3 第 (8) 行可以看出，在运距为 70~80m 和 100~120m 之间，各有一个低谷（参见图 1-1），在谷值的两边，其

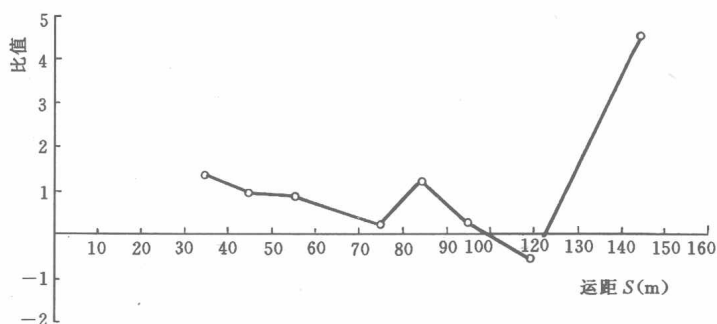


图 1-1 推土机推土过程最佳运距分析图

表 1-3 台时推土量 Q 随运距的变化规律分析

运距 $S(m)$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150
运距变化级数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	6
台时推土量(m^3/h)	95	64.2	48.4	38.9	32.6	28.0	24.5	21.9	19.7	17.8	15.2	12.4
台时推土量差值	30.8	15.8	9.5	6.3	4.6	3.5	2.6	2.2	1.9	2.6	2.8	
每增长一级之递减率	15.40	7.90	4.75	3.15	2.30	1.75	1.10	1.10	0.95	0.65	0.47	
运距每增长1m之递减率	1.540	0.790	0.475	0.315	0.230	0.175	0.130	0.110	0.095	0.0325	0.0157	
递减率之差值	0.75	0.315	0.160	0.085	0.055	0.045	0.020	0.015	0.0625	0.0168		
运距每增长1级之递减率	0.375	0.1575	0.080	0.0425	0.0275	0.0225	0.010	0.0075	0.0156	0.0028		
相邻两数之比(%)	1.38	0.97	0.88	0.545	0.22	1.25	0.33	-0.52	4.571			

比值均大于谷值，这就是说，在引水拉沙的运土过程（平整粗坏地、推沙入壕）中，推土机的最大运土距离以 70m 左右为宜，最长不要超过 100m，否则，空返里程远，无效耗油多，不经济。