

沙棘特性及其在中国西部发展问题探讨

黄河上中游管理局 李敏

2002年4月

(此文在“中国西部生态环境恢复重建与可持续发展国际研讨会”交流)

沙棘是中国西部地区分布极为广泛的一乡土树种。沙棘枝叶茂密，根系发达，生长迅速，抗干旱风沙、耐盐碱瘠薄、御严寒酷暑，具有保持水土、防风固沙、改良土壤等改善生态环境的作用。同时，沙棘果、叶、皮中含有丰富的生物活性物质和多种维生素、氨基酸、脂肪酸、微量元素等物质，具有营养保健，增强人类体质的食用和药用价值。

沙棘具有的生态效益、经济效益和社会效益，使其在治理西部地区水土流失，改善生态环境，振兴欠发达地区经济和脱贫致富等方面具有重要的战略意义。

1、沙棘在农村经济发展中的作用

农民种植沙棘可以获得直接的收益。据黄土高原水土保持世界银行贷款项目经济分析，种植沙棘林的内部回收率（IRR）为13.5%，净现值（NPV）为88.94；包含劳动力的内部回收率为53.5%，净现值为1255.57。

1.1、沙棘是山区农村的优良燃料

我国西部广大干旱、半干旱地区曾经是农村燃料十分缺乏的地区。许多农民以秸秆和畜粪做燃料，甚至靠铲草皮度日，对本已十分脆弱的生态环境造成了很大的破坏。据甘肃省中部18个干旱县统计，每年烧畜粪13.82亿kg。形成与林争地，与田争肥，与畜争草的局面，使生态环境进一步恶化，使十分脆弱的农业雪上加霜。

沙棘作为能源树种具有产薪量多、热值高、抗旱能力强、耐平茬等优点。据甘肃省镇原县武沟乡营造沙棘林的实践，4年生沙棘产干柴7.8--10.5t/hm²，相当于6--8t标准煤。内蒙古磴口沙棘薪炭林测产结果为4年生生产薪材5.4--8t/hm²。对甘肃、宁夏、山西、内蒙古等省区22种主要木本植物试样测定结果，沙棘热值排名第二，仅次于2年生油松枝。因此，每人有一亩沙棘林，就可以全部解决燃料问题。沙棘生长量，超过当地栽培的柠条、柽柳、紫穗槐等多种灌木。沙棘的枝干含水率平均为51%，叶为67%，枝干占地上部总重69.5%，叶占30.5%，沙棘风干材重量为鲜材重量的49.52%。树干比重（风干）为0.633g/cm³，烘干比重为0.596g/cm³，树干皮率为19.45%，这些资料充分证明了沙棘火力旺，是良好的薪材。辽宁省建平县罗福沟乡，自1977年以来共营造沙棘林8万亩，使60%农民解决全年烧材。3年生沙棘林萌生10株/m²，5年生24.5株/m²，一般3--5年平茬一次，所以沙棘是农村永续利用的生物能源。

1.2、沙棘是牲畜的优质饲料

沙棘作为饲料树种有3方面的优点：一是作为防风固沙的先锋树种，可以很快防治草原沙化，迅速恢复被破坏的植被；二是沙棘自身能固氮，使草原土壤得到改良；三是沙棘自身的饲料价值高于牧草紫花苜蓿和白花草木樨。沙棘每年每公顷嫩枝叶产量为15945kg，是紫花苜蓿（6305kg）的2.5倍。每0.13hm²沙棘可养一只羊。沙棘加工的果渣和籽粕仍含有一定量的脂肪、维生素和丰富的蛋白质及其他多种活性物质，是极好饲料添加剂。据陕西永寿县畜牧兽医院试验，用沙棘果渣喂断奶的1月龄羊羔，发育快，毛色光泽，体质健壮，抗病力强，成活率100%，比对照个体平均增重3.8kg，提高36.1%，而没喂沙棘渣的普遍体质下

降，毛色焦燥，腹泻等，成活率 87%。沙棘渣喂雏鸡，平均个体增重比对照提高 24.3%，球虫感染率比对照下降 42%。表现出明显的抗病力，提高雏鸡成活率的效果。

沙棘饲料资源的开发利用为农民带来了直接的和可观的经济收入。山西省岢岚县利用现有 38 万亩沙棘林，大力发展畜牧业，全县养羊 31 万只，年产羊毛 144.4 吨、羊绒 53 吨，农民户均养羊 18 只，人均养羊 4.7 只，户均、人均养羊、羊绒产量均位居山西省之首。1995 年全县农民人均畜牧业纯收入 536 元，占人均纯收入的 80%，成为山西省“骑在羊背上的县”。全县靠养羊先后有 61 个村、3500 户、1.58 万特困人口脱了贫。该县农民田白白自种沙棘 1300 亩左右，养 500 多只羊，年收入 3 万元，现有 50 万元家产。内蒙古东胜市农民王维柱多年来种植沙棘 1000 多亩，养羊 70 多只，成为当地种植沙棘发展畜牧的典型。

1.3、沙棘是良好肥料树种

沙棘根系与放线菌，分枝杆菌等共生形成大量根瘤，有比大豆更强的固氮能力，使沙棘成为一种肥料树。据辽宁省干旱地区造林所测定，沙棘每公顷结根瘤可达 750kg；可固氮 180kg，相当于 375kg 尿素。大量的枯枝落叶，能提高土壤有机质含量，一般可达 2—3%，沙棘林地与农田比较，全 N 增加 61%，全 P 增加 14%，盐基代换量增高 1%，土壤容重降低 0.03—0.07，土壤孔隙度增高 1.5—2.6%，水稳性团粒结构增高 32%，大大改善土壤理化性质，提高土壤肥力和蓄水功能，减少土壤侵蚀。据吉林省农科院土肥所在通榆县新华村沙地栽培沙棘试验，沙棘林区内每年平均固沙 2.2cm，相当于每公顷沙地固沙 550 吨，每公顷少流失表土有机质 787kg，纯氮 116kg，纯磷 72kg。土壤水初渗率提高 2—3 倍。沙棘覆盖地面，减少土壤表面蒸发，保持水土。使沙棘林地表层 0—10cm、10—20cm、20—30cm 的土壤含水量分别比对照提高 192.25%、23.77%和 71.11%。

2、沙棘的生态功能

2.1、保持水土，拦洪落淤

沙棘生长迅速，枝叶茂密，根系发达；沙棘林内地被物量大，林下植被茂密。因此，沙棘具有良好的保持水土和拦洪落淤功能。据观测，沙棘树冠截雨率一般为 40—49%，沙棘林地抗冲性和抗蚀性随着树龄的增长而提高；枯枝落叶层持水量相当于自重的 3 倍。山西省右玉县苍头河流域营造 74km 约 1.3 万 hm^2 沙棘护岸林，使地表径流减少 80%，表土水蚀减少 75%，风蚀减少 85%。1 hm^2 沙棘林可把上方 6 hm^2 地表径流变为地下水储存起来。仅苍头河流域每年减少输入黄河泥沙 300—500 万 t。甘肃西峰水保站对武沟乡 5 年生沙棘林与荒坡的观测，沙棘林减少径流 83%，减少泥沙量 85%。另据辽宁建平县罗福沟乡的观测，在日降雨量 122mm，降雨强度为 0.143mm/min 的情况下，荒坡泥沙流量达 1440t/ km^2 ，而 5 年生沙棘林无径流产生。在内蒙古自治区伊克昭盟与陕西榆林地区接壤区，分布着被称为“地球癌症”、“世界水土流失之最”的砒砂岩裸露区，面积 1.9 万 km^2 ，年产沙量 2.6 亿 t，其中粗沙 1.7 亿 t，是黄河粗沙的主要来源区。这里严重的水土流失，不仅对黄河下游是很大的威胁，而且给当地群众的生产生活带来很大危害。长期以来当地群众无地可种、无草可牧，丧失了起码的生存条件，成了“环境难民”。经过大量试验，终于找到种植沙棘治理砒砂岩的有效措施。从 1986 年开始，这里列为重点沙棘发展区，现已成功种植沙棘近 4 万 hm^2 ，平均株高达 1.5m，长势旺盛，使当地广大群众看到了绿色，看到了希望。

2.2、防风固沙，改良土壤

沙棘根系发达、枝叶繁茂，防风固沙力强。在诸多沙生保土植物中，沙棘以生态、经济效益显著居首位。沙棘林可降低风速，阻挡风沙流入侵，调节林内温度。夏季林内温度低于

林外，冬季林内温度高于林外，温差变化幅度小，有利于林木的生长发育，据辽宁的观测资料，沙棘纯林可以使风速减小 2—4 倍，沙棘杨树混交林可减小风速 4—7 倍，同时林冠内土壤水分蒸发也相应减小，只有裸露地的 1/4—1/6，夏季林内比林外低 0.4—4℃，冬季林内比林外高 0.5—2℃。山西省右玉县调查，沙棘林带防风固沙的有效范围一般为株高的 20—25 倍，沙棘林内每年积沙厚度达 5—10cm。陕西省靖边县沙石峁林场 1966—1967 年栽植沙棘 130 亩，到 1975 年发展到数百亩，当时每亩移栽 60 株，七、八年就自繁到 1000—2000 株，最高达 3000 株，密度增加数十倍，使流动沙丘很快变成固定沙丘。

沙棘改良土壤效果显著，这是沙棘有较强的固氮能力所致，一亩 13—16 年生的沙棘，每年可固氮 12 公斤，相当于 25 公斤尿素。沙棘枝叶繁茂，叶内含有 0.573% 的全氮和大量有机质，落叶后的腐殖质呈酸性可中和土壤中的碱性，对改善土壤的理化性质和肥力状况有重要作用。水利部黄委会天水水保站调查，沙棘林内土壤水稳性团粒占 85%，林外对照为 53%，相差 32%，土壤耕层菌类总数，沙棘林内比对照高 1.62 倍。山西省雁北粮食所调查六年生沙棘林地土壤中，含有机质 2.15%、氮素 0.18%，比当地最肥的河滩地有机质多 1.15 倍，氮素多 0.9 倍。

2.3、美化、优化生态环境

沙棘树冠整齐，5 月份扬花、展叶，8 月底果实成熟，附着在果枝上，到秋冬果实累累，色彩鲜艳，如玛瑙一般，来年三月凋谢，枝茎生长快，萌芽力强，耐修剪。因此，它是美化环境的良好树种，尤其是作为公园、村庄、田边、渠旁、路边的防护性观赏绿篱，更为理想。

大面积营造沙棘林，改变气候，使生态得以平衡，保护动物的效果是很显著的。辽宁省建平县，过去光山秃岭，千沟万壑，人们从未见到过野生动物。自从大规模营造沙棘林后，雉鸡、沙半鸡成群生活在林内，特别是山兔数量的增加最快。全县每年可捕获山兔十万余斤。野生动物的增加，不仅增加了农民收入，还提高了山地肥力，捕捉害虫，保护森林和农田，促进了林业和农业的协调发展。

3、中国西部沙棘发展的主要区域

3.1 发展区域概述

根据沙棘的生态特性及作用，中国西部地区沙棘发展的主要区域包括黄河、海河、辽河等江河的中上游年降水量 350—500 毫米的区域和塔里木河、黑河等内陆河流域。该区域为我国主要的农业和能源重化工基地，是我国大豆、小麦、玉米等粮食和经济作物的重要产区；我国的煤炭、石油、天然气资源的重点开发区。这一区域在我国的国民经济中占有重要的地位。但是由于各种原因，该区域生态环境恶化，水土流失严重，影响了经济社会的可持续发展。治理水土流失，改善生态环境已被国家和区域内各级政府提到了重要的议事日程。

区域内发展的沙棘全部为水土保持生态型林，在条件较好的地方可结合放牧和加工，种植生态经济型沙棘林。在水土保持一级林种下，根据发展需要和沙棘的特性，划分二级林种。其中，辽河上游半干旱地区为沙棘生态经济林、黄河中游与海河上游半干旱地区为沙棘生态经济林、塔里木河与中下游干旱绿洲区为沙棘生态林。在造林设计中还应根据具体造林地点划分三级林种。

3.2 分区论述

3.2.1 辽河半干旱沙棘生态经济林区

辽河流域项目区为半干旱气候，年降水量小于 500 毫米，年平均气温较低，蒸发量较小，属沙棘适生区。本区的主要问题是水土流失区的群众经济收入较低。因此应直接采用俄罗斯、

蒙古和我国已经培育出的大果、高产沙棘栽培品种，以经济型沙棘林为主，兼顾生态效益，大量发展沙棘种植。

3.2.2 黄河半干旱沙棘生态经济林区

该区多为黄土覆盖，植被稀少，年降水量多数地区在 500 毫米以下，年平均气温较高，蒸发量较大，属半干旱气候，为沙棘的适生区和可生区。本区的主要问题是水土流失严重，生态环境恶化，群众生活贫困。国外的高经济型沙棘不能直接引种，因此应大力发展具有较高生态效益和一定经济价值的生态经济型沙棘林。采用的为我国培育出的适应项目区生态条件的沙棘良种。

根据区域生态环境特点和水土流失状况，黄河中上游半干旱沙棘生态经济林区还可划分如下二级区

1、河龙区间黄土丘陵沟壑区沙棘水土保持林区

黄河中游河口镇到龙门区间是黄河泥沙主要来源区，这里水土流失剧烈。在本地区沙棘林建设以控制水土流失为主要目的，在区内一些较大型的水库上游营造部分水源涵养林。

2、黄河流域龙羊峡以上河源区

本区域沙棘种质资源丰富，天然生长中国沙棘、西藏沙棘、肋果沙棘等多种沙棘，可利用这些沙棘种（亚种）造林和培育新品种。

3.2.3 塔里木河与黑河干旱绿洲沙棘生态林区

塔里木河干旱绿洲沙棘发展的主要内容是建立生态型沙棘林，防风固沙，保护绿洲。采用的沙棘为当地的中亚沙棘和蒙古沙棘。

黑河中下游干旱绿洲沙棘发展的主要内容是在中游结合农田防护林建设，种植沙棘生态林；在下游结合畜牧业生产和绿洲保护，种植沙棘放牧林。

4 中国西部沙棘发展的可行性论证

生物与环境是统一的。有什么条件，才会生长什么样的植物。所以要做到适地适树，才能实现植被建设的目标。以往在半干旱条件下，大量发展山杏、榆、杨、柳等，均告失败。水分条件是半干旱地区，植被建设的制约因素，主要矛盾。如果植物需水量大，而可供水量满足不了植物的需要，植物就会因水分亏缺而停止生长，甚至死亡。大量科研成果和实践证明，在以上区域大规模发展沙棘的可行性是肯定的。

4.1 沙棘生物学特性提供可行性

解剖学和水分生理的研究结论证明，沙棘能够适应半干旱的生态条件，在半干旱地区形成稳定的沙棘林分。

首先，通过沙棘的解剖观察，沙棘叶具有发达的表皮鳞片，较厚的角质层和发达的栅栏组织，沙棘根的周皮薄壁组织发达，细胞间隙大，持水力强。沙棘的抗旱特征明显。

其次，据研究，沙棘根、茎、叶组织中自由水和束缚水量分别为 25.4% 和 41.5%，束缚水与自由水之比为 1.62。在水分胁迫条件下，气孔关闭是沙棘节约用水和提高水分利用率的重要生理特性。

第三，凋萎系数是衡量植物抗旱力的重要指标。凋萎系数越低，抗旱力越强。据测定，沙棘的凋萎系数为 6.1%，而山杏、白榆的凋萎系数为 13%，杨树为 15%。

第四，林分的蒸腾耗水量是衡量不同树种需水量大小的指标之一。沙棘实测年蒸腾耗水量为 262 毫米。据前苏联在欧洲部分的南部沙地上降水量 200—400 毫米条件下，松林年蒸腾耗水量 120—360 毫米，刺槐、黑杨、柞树、沙枣、小叶榆等阔叶林年蒸腾耗水量为 300

—450 毫米。中科院在内蒙古昭乌达盟翁牛特旗实测 9 年生樟子松林年蒸腾耗水量为 438 毫米。据西北水保所 1986—1997 年在半干旱的陕西省吴旗、安塞和宁夏固原县研究表明：沙棘林蒸腾耗水量是荒山（稀疏植被）的 5.1 倍，也就是说，沙棘林地生产性耗水是荒坡植被生产性耗水的 5.1 倍。沙棘对水份的利用效率为 $1.21\sim 1.53\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{mm}$ ，是荒山植被的 3.1~6.4 倍。沙棘对水份的利用效率高，对有限的降水能较充分地利用，适应年降水量不到 500 毫米的半干旱黄土高原生态条件。

第五，沙棘随林令增加，5 米土层平均含水率为 7.5%（凋萎系数为 6.1%），较柠条、山桃、刺槐林地土壤低。随林令增加土壤水分匮乏严重，但 1—1.5 米土壤水分恢复较好，主要根系分布层土层含水率可接近或超过荒山天然草地。其原因是随林令增加，沙棘增加了土壤的有机质含量和土壤团粒结构，使土壤微生物区系发生了有益的变化，从而改良了土壤的物理和化学性状，使土壤渗透性和持水力大大提高。

以上说明，沙棘耗水较经济，水分利用效率较高；在年降水量 362 毫米情况下，沙棘林能够正常生长发育。

研究指出，通过农业技术（松土、除草等）的应用，可使沙棘进一步提高水分的利用率，改善林地土壤水分状况。

以上科研成果说明，从水分平衡调控角度和提高降水资源的利用率，增加有机物质的生产方面，在我国三北地区年降水量 350 毫米以上地区，选择沙棘属植物作为栽培植物，是完全合理的和可行的，是符合生态学规律的。也是在三北地区大规模栽培沙棘，恢复植被的理论根据之一。

4.2 沙棘种植实践证明可行性

通过几十年，特别是近十多年的沙棘栽培实践，充分证明，在从东北三省、内蒙古东部经华北，到黄土高原、青藏高原、蒙新高原，在长达万里的生态脆弱带，沙棘栽培获得了大面积的成功。在这一地区，沙棘资源面积接近 2000 万亩，是我国沙棘的主要分布区和栽培区。沙棘生长郁郁葱葱，果实累累，显现了沙棘属植物的强大生命力，成为改造这一生态脆弱带、水土流失、土地沙漠化、盐碱化的克星，并带来巨大的经济效益，形成了一个新的产业——沙棘产业。形成了以采果为主的沙棘经济果园、以薪柴为主的燃料林，以放牧为主的饲料林，以水土保持为主的水保林和固沙林。晋陕蒙接壤地区的砒砂岩区，总面积达 2 万多平方公里，气候干旱、植被稀疏，基岩裸露，被称为“世界水土流失之最”，近 10 多年来，在砒砂岩上成功地栽培了数十万亩沙棘林，改善了生态环境。沙棘在砒砂岩基岩上栽培成功，标志着在三北生态脆弱地带生态建设难点上的重大突破，证明沙棘属植物的综合栽培技术在三北地区生态环境建设中是一项制胜的关键技术措施。

4.3 在物种较少的三北半干旱地区沙棘将形成稳定的植被

以黄河中游黄土高原为代表的我国三北地区由于其半干旱的生态条件造成森林植物种类较少，特别是在远离林区的水土流失严重的地区，天然木本植物分布更少，即使有，也是人工种植的杨、柳、榆、槐、椿，以及少量针叶树种。因此只要种植密度和立地条件选择合适，就不会发生植被演替。特别地，在黄土地区，如果沙棘种植在旱生的柠条灌丛附近，3—5 年后，沙棘将萌蘖进入柠条灌丛，取柠条而代之。这一现象在甘肃镇原、内蒙古伊克昭盟均有发生。

其次，由于项目区的沙棘种植小班一般为 100—1000 亩的面积，且多种植在侵蚀沟道中，林地之间存在一定的隔离。而且半干旱生态条件下，沙棘病虫害较少。因此从目前的研究和实践经验，在沙棘项目区不会发生灾难性的沙棘病虫害。