

石羊河下游防风固沙体系建设模式

王继和, 马全林, 刘虎俊, 詹科杰, 杨自辉

(甘肃省荒漠化防治重点实验室甘肃省治沙研究所, 甘肃 武威 733000)

摘要: 由于对水土资源的长期不合理利用, 导致石羊河下游地区脆弱的生态环境不断遭到破坏, 由此引起防沙固沙林衰败死亡, 沙漠化扩张速度加快, 使得该区域成为我国当前荒漠化危害最为严重的区域。通过对石羊河下游民勤县的防风固沙体系建设发展历史、体系现状以及存在问题的研究, 针对新的生态环境条件, 提出了防风固沙体系建设的免灌模式和灌溉模式。

关键词: 石羊河下游; 民勤县; 防风固沙体系; 模式

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0064-03

Construction of the Windbreak and Sand Fixation Forestry System at the Edge of Oasis in the Lower Reaches of the Shiyang River

WANG Ji-he, MA Quan-lin, LIU Hu-jun, ZHAN Ke-jie, YANG Zi-hui

(Gansu Key Laboratory of Desertification Combating & Gansu Desert Control Research Institute, Wuwei, Gansu 733000, China)

Abstract: Because human irrationally utilizes water and soil resources for long time, weak environment condition of the lower reaches of the Shiyang River was damaged, the windbreak and sand fixation forestry degenerated and desertification expanded, which lead the lower reaches of the Shiyang River is the serious desertification area in China. The authors researched the development history of construction, status and problems of the windbreak and sand fixation forestry system, and put forward the principles and new models of construction of the windbreak and sand fixation forestry system according to the environment condition at present.

Key words: lower reaches of the Shiyang River; Minqin county; windbreak and sand fixation forestry system; model

石羊河是河西走廊三大内陆河之一, 全长 300 多 km, 其下游的民勤县土地总面积为 1.6 万 km², 其中各类荒漠化土地面积 1.52 万 km², 沙漠面积 8.53 万 km², 绿洲面积仅占总面积的 9%, 绿洲边缘风沙线长达 408 km, 素有“无边沙海一叶舟”之称。其气候属于典型的大陆性干旱气候, 全年降水稀少(116 mm), 蒸发强烈(2 644 mm); 年平均风速 2.5 m/s, 多年最大风速可达 23 m/s(1991 年), 起沙风速为 5.0 m/s; 多年平均大风日数 26.3 d, 沙尘暴日 25.0 d, 扬沙日 37.5 d, 浮尘日 29.7 d, 是我国浮尘、扬沙、沙尘暴发生最严重地区之一, 也是我国生态环境最恶劣、最脆弱的地区之一。随着人口的增加以及社会经济的快速发展, 流域水土资源被过度开发利用, 导致流域系统能量和物质输入、输出失调, 超出了流域系统具有的调节与自我修复能力, 引发了一系列生态环境问题。在下游的民勤县, 地面来水量由 50 年代的 5.731 亿 m³ 减少到目前的 1 亿 m³, 同生活、生产用水量 6.49 亿 m³ 相差甚远, 因而不得不过度开采地下水, 使得绿洲内部地下水位每年以 0.5~1.0 m 的速度下降, 从而导致林地、耕地沙化, 流沙前移, 甚至近年来在湖区又出现大量生态难民。同时, 植被退化, 风沙再起, 也为沙尘暴提供了动力和物质条件, 使这里成为全国沙尘暴源区之一, 温家宝总理已经作出“绝不能让民勤成为第二个罗布泊”的重要指示, 因此恢复、

重建适应新环境条件的防风固沙体系已显得十分必要和紧迫。

1 防沙治沙和防风固沙体系建设的发展史

冯绳武(1961 年)研究认为, 1 万多年前, 石羊河下游的民勤县大部分为湖水淹没, 进入全新世后湖泊逐渐收缩, 形成大小不一的湖泊, 湖泊间有水草丰美的天然牧场, 为数稀少的古人在这狩猎和放牧为生, 沙化现象不明显^[1]。西汉时期, 为抗击匈奴, 汉武帝在民勤盆地狼跑泉山下设置了武威郡, 在石羊河流域开始了最早的屯垦, 随着规模扩大, 下游湖泊萎缩, 出现了沙化, 到西汉灭亡时, 西河流域发生不可逆转的沙漠化, 但对农、牧生产影响不大。之后随着移民屯荒规模的不断扩大, 开始筑坝截流, 开渠引水, 下游地区的沙漠化不断扩张。据《镇番县志》记述, 明嘉靖二十五年(1546 年)县城一带已有流沙之患, “西北飞沙拥城, 高于锥谍”, “昔曾派民搬沙, 月无虚日, ……施因劳而无功, 遂罢其役”, 为文字记载的最早治沙活动。之后的明天启七年(1627 年), “飞沙拥城, 参将杨孟希率众移沙, 城池免于淹没”; 清康熙三十年(1691 年)“参将杨钧率军民五百人搬沙, 以柴草插风墙一百二十丈”; 清嘉庆十一年(1806 年)“县令齐正训率民工七百人沿河植树五百多株, 柳条一万三千多株”。同时, 民间陆

* 收稿日期: 2006-01-21

基金项目: 国家科技攻关项目(2005BA517A01)、(2002BA517A09); 甘肃省自然科学基金项目(ZS041-A25-015)

作者简介: 王继和(1949-), 男, 甘肃民勤人, 研究员, 主要从事荒漠化防治和荒漠植物生理生态学研究; 通讯作者: 马全林。

续出现了护柴湾、封草湖的“沟会”、“柳会”、“风沙会”等群众自发组织,专门议定本乡村的封沙管护乡规,有专门的“柴夫”负责定期开放草湖。1913 年,官方成立了民勤县防沙委员会,1944 年防沙会与水利会、农会、苗圃合并为联合办公处。同年,国民党省政府曾拨专款 4 000 元以资助民勤县防沙插风墙^[1,2]。

新中国成立后,1950 年第一任县长陈云樵率领县直机关干部在县城周围插杆造林近千株。1951 年省农林局在民勤县建立了第一个防沙林场,1957 年省林业局在这个县建立了防沙林试验场,1959 年中国科学院治沙队在民勤县建立了民勤治沙综合试验站。这些专门机构或单位建立,加强了防沙治沙技术的试验研究,提高了工程的技术含量,加快了防沙治沙体系的建设,他们引导群众在流动沙丘上插风墙,在绿洲边缘的沙荒地上风沙育林育草,在农田边缘铺设麦草、黏土沙障,营造沙枣、梭梭、毛条林等人工林,建立了乔灌草结合的有效绿洲防护体系。之后,在各个典型区域建立县、乡、村多级林场(县属国营林场 1 个,乡村林场 136 个)、天然沙生植被管护站(2 个)、国有苗圃和林业区站各(4 个)、林业乡站(3 个),专门从事防沙治沙体系的管护、经营和建设。2001 年,在民勤建立了连古城国家自然保护区,加强、扩大了沙生植物、荒漠动物、荒漠植被景观和环境的保护力度和范围,将使石羊河下游防风固沙体系的建设步入一个新的阶段。

2 防风固沙体系的现状及其组成

石羊河下游防风固沙林主要分布于绿洲边缘,即沙漠与绿洲的交汇地带以及绿洲内部的片状流沙地带,体系宽度一般为 1 000~2 000 m,最宽处可达 5 000 m 以上。截至 2001 年底,民勤绿洲有各类森林面积 31.09 万 hm^2 ,其中人工林 7.68 万 hm^2 ,天然林 23.41 万 hm^2 。其中有人工梭梭林 3.5 万 hm^2 ,占人工林总面积的 58.2%;天然白刺灌丛 7.33 万 hm^2 ,占天然林面积的 31.3%;柠条林 1.26 万 hm^2 ,占天然林面积的 5.4%;红柳林 0.68 万 hm^2 ,占天然林面积的 3%。目前,已在 408 km 的风沙线上建成了长达 330 km 的防护体系,体系的大部分处于固定或半固定状态,少部分处于半流动或流动状态。

防风固沙体系由外围到农田边缘依次为封沙育林育草带、固沙阻沙带和防风阻沙带。外围封沙育林育草带,带宽 1 000~2 000 m,主要植被包括天然的白刺、麻黄、沙拐枣以及一年生沙旱生植物,植被生长良好。固沙阻沙带位于边缘流沙区,带宽一般在 1 000~3 000 m;其不仅是防风固沙体系的核心,同时也是目前体系中退化最为严重的部分,梭梭、白刺、红柳和毛条等固沙林均出现退化。防风阻沙带位于绿洲同沙漠交汇地带,树种为杨树和沙枣,一般成带状或片状,依靠灌溉维持;由于水资源供应不足,遭到人为破坏或生长很差。

防风固沙体系植被类型包括天然植被和人工植被两部分,二者成镶嵌分布。人工植被的主要树种有梭梭、花棒和沙枣等,是防风固沙体系的主体,各树种均出现严重的退化。梭梭主要营造在流动沙丘的中下部和绿洲内部的片状流沙地上,主要分布于民勤绿洲西缘和北部的风沙线上,初植密度一般为 1 650 株/ hm^2 ,保存密度在 525~600 株/ hm^2 ;花棒和沙枣主要营造在地下水位较高或有一定灌溉条件的丘间低地和农田边缘。天然植被主要由白刺和柽柳组成,其中分布于绿洲边缘的白刺和柽柳植被均已出现严重退化。柽柳

在坝区分布在绿洲边缘 75 m 范围内,在泉山区分布在绿洲边缘 500 m 范围内,在湖区分布在绿洲边缘 1 000 m 范围内,另外整个绿洲的盐碱地上也有柽柳分布;白刺分布于整个绿洲外围流动沙丘及其丘间低地。

3 防风固沙体系建设存在的问题

3.1 树种组成单一,生态风险大

民勤防风固沙体系建设中,忽视了体系的多元化和树种的多样化,防风固沙体系结构简单,树种单一。建设的固沙阻沙林,以梭梭为主,其占到人工林总面积的 58.2%;防风阻沙林带,以杨树为主,因而体系缺乏生态持续性,生态风险大。目前,在地下水位下降后,免灌的沙枣、梭梭和花棒等防风固沙林已大面积衰败死亡,防护能力降低;杨树也由于灌水不足,且病虫害严重,遭到严重破坏,生态危机已经出现。

3.2 缺乏科技支撑,体系建设的技术含量低

民勤防风固沙体系宽度一般为 1 000~2 000 m,最宽处可达 5 000 m 以上;人工梭梭带宽一般在 1 000 m 以下,但部分区域可达 5 000 m,其初植密度一般为 1 650 株/ hm^2 ,保存密度在 525~600 株/ hm^2 ^[6]。为何在带宽、密度上存在几倍的差异,主要原因在于体系建设缺乏科技理论的支撑,建设存在盲目性。这种建设,不仅浪费了人力、物力,同时建成的体系也缺乏发展的持续性。而建设中缺乏科技支撑,在上世纪早期、中期是因为防沙治沙研究滞后,没有可采用技术;在上世纪晚期开始,由于受长期形成的主观思维意识和落后的林业管理体制等的影响,大量成熟的技术在体系建设中得不到应用。

3.3 体系严重衰退,防风固沙功能下降

上游来水量的减少和地下水位的下降,彻底改变了民勤盆地的水环境,导致下游固沙植被由湿生向旱生演替。从上世纪 70 年代开始,天然红柳林和 50 年代末种植的沙枣林、60 年代和 70 年代种植的梭梭林出现衰败、枯死,到 2000 年,天然“柴湾”有 3.6 万 hm^2 死亡或接近死亡,保存较好的仅有 2.37 万 hm^2 ;沙枣林中有 0.64 万 hm^2 成片死亡,有 0.58 万 hm^2 枯梢衰败,人工灌木林中有 0.75 万 hm^2 严重死亡。防风固沙体系退化,引起防风固沙功能下降,固定沙丘活化,风沙再起,已严重威胁到绿洲内群众的正常生活和生产^[5]。

4 防风固沙体系建设的新模式

目前,石羊河下游防风固沙体系已经出现严重的退化,防风固沙功能下降,沙丘重新活化,沙漠化蔓延速度加快,已经严重威胁到绿洲的生存和发展,为此需要恢复、重建适应新环境条件的防风固沙体系。目前,石羊河下游水文条件表现出水资源十分紧缺、地下水位深和土壤干旱等特点,因而防风固沙体系建设也相应表现出“体系显得更为重要”、“体系建设的难度进一步加大”和“体系建设需要更大的资金投入”等新特点。从 2002 年开始,我们开展了防风固沙体系建设的试验研究,在现有的防风固沙体系之上,提出了新的防风固沙体系建设模式。

4.1 防风固沙体系的免灌模式

免灌防风固沙体系由防风阻沙带、机械沙障+灌木固沙阻沙带、固沙阻沙灌草带和外围封沙育林育草带组成。防风阻沙带,位于绿洲同沙漠交汇地带,其由两部分组成。其一为位于绿洲一侧的乔木防风阻沙带,带状栽植,带宽根据区域的风速决定,一般为 30 m,最宽不要超过 50 m;树种选择

抗虫杨、沙枣、枣树和常绿树种樟子松,采用混交模式。其二为位于沙漠一侧的红柳防风阻沙带,在地下水位 $< 15\text{ m}$ 的地区其带宽约 30 m ,依靠农田灌溉的侧渗水生存。机械沙障+灌木固沙阻沙带,在防风阻沙带的外侧,带宽 $200\sim 300\text{ m}$;机械沙障包括黏土沙障、塑料方格沙障和麦草沙障,其中黏土沙障间距 $2\sim 4\text{ m}$,一般选择 3 m ,塑料方格沙障和麦草沙障为 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$ 规格。选择灌木树种包括梭梭、白刺、沙拐枣、花棒等,以梭梭为主,梭梭保存密度维持 $525\sim 600\text{ 株}/\text{hm}^2$ 。固沙阻沙灌木带带宽 $200\sim 300\text{ m}$,不设沙障,保持半

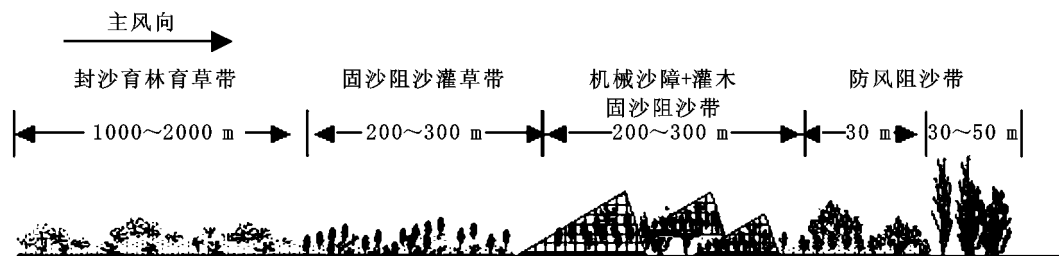


图 1 民勤绿洲边缘防风固沙体系建设的免灌模式

4.2 防风固沙体系的灌溉模式

灌溉防风固沙体系由防风阻沙带、灌溉固沙阻沙带、固沙阻沙灌木带和外围封沙育林育草带组成。该体系中,防风阻沙带、固沙阻沙灌木带和外围封沙育林育草带同免灌的防风固沙体系相同,不同之处在于增加了灌溉固沙阻沙带。灌溉固沙阻沙带将成为体系中的主要部分,带宽为 $200\sim 300\text{ m}$,地势平坦区域为 200 m ,地势起伏很大时可适当增加带宽。树种选择梭梭、花棒、毛条和沙拐枣等,采用株距 $2\sim 3\text{ m}$,行距 $3\sim 4\text{ m}$ 的规格混交造林,保存密度 $850\sim 1\,250\text{ 株}/\text{hm}^2$ 。体系采用滴灌方式供水,每公顷投入 $1\,000\sim 1\,200\text{ 元}$,滴灌供水 $2\,200\text{ m}^3$,较普通灌溉 $9\,900\text{ m}^3$ 节水 78% 。防风固沙体的灌溉模式也使得生态用水的讨论成为现实,按每公顷 $2\,200\text{ m}^3$ 计算,在民勤 408 km 的风沙线上全部建设灌溉固沙林带($200\sim 300\text{ m}$),需要水量为 $1\,795.2\text{ 万}\sim 2\,692.8\text{ 万 m}^3$,仅占到民勤用水总量(6.49 亿 m^3)的 $2.76\%\sim 4.15\%$,农业用水量(6.25 亿 m^3)的 $2.87\%\sim 4.31\%$,根本不会影响到居民生活和工农业用水。

5 讨论

在干旱和极端干旱地区,水是绿洲大小消长的关键因子,绿洲内人工生态系统如农作物、园林以及经济林果栽培必须采用灌溉栽培,而防风固沙体系的生态维持用水长期被忽视,这是一系列相关生态环境问题出现的根本原因。可喜的是人们已经认识到其重要性,开始为生态林业提供生态用水,如新疆的塔里木河、甘肃的黑河每年均要向下游地区排放几亿方的生态用水,下游地区生态环境也得到明显改善。

根据调查发现,民勤绿洲内的用水对地下水位影响参考文献:

- [1] 冯绳武. 民勤绿洲的水系演变[J]. 地理学报, 1963, 29(3): 241-249.
- [2] 常兆丰, 方峨天. 民勤治沙史[J]. 甘肃林业, 1994, (2): 42.
- [3] 唐小平, 何承仁, 宋朝枢. 甘肃民勤连古城自然保护区科学考察集[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001. 1-49.
- [4] 王继和, 马全林. 民勤绿洲人工梭梭林退化现状、特征与恢复对策[J]. 西北植物学报, 2003, 23(2): 2107-2112.
- [5] 马全林, 孙坤, 王继和. 石羊河流域的生态环境问题、引发原因与治理对策[J]. 安全与环境学报, 2004, 4(5): 64-68.
- [6] 李爱德, 赵明, 王耀林等. 民勤地区不同林龄梭梭林地水分平衡研究[A]. 王继和. 甘肃治沙理论与实践[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1999. 78-83.

流动的沙面,对机械沙障+灌木固沙阻沙带起到一定的保护作用。流动沙丘上,造林树种选择梭梭、白刺、沙拐枣和花棒等,以梭梭为主,梭梭林密度控制在 $450\text{ 株}/\text{hm}^2$ 左右,同时要重视一年生植物在固沙中的重要作用,通过降低灌木林密度、人工撒播等措施为一年生植物创造生存空间;丘间低地,造林树种选择毛条、白刺等,毛条保存密度也控制 $450\text{ 株}/\text{hm}^2$ 左右。封沙育林育草带处在体系的最外围,同原有的防护体系相同(见图1)。

一般可延伸到绿洲外 $5\sim 10\text{ km}$ 的范围,而且越靠近绿洲影响越大。与此相对应越靠近绿洲的植被退化也越严重,因而防沙固沙体系的建设重点也在绿洲边缘部分。

针对石羊河下游的资源、环境现状,提出了防风固沙体系建设的免灌和灌水两种模式。其中免灌防风固沙体系是针对石羊河下游地下水位深,水资源十分紧缺的实际提出的,符合民勤的生态现状和实际经济条件,在沙障有效期限内能实现防风固沙的目标。本体系同原有体系的不同在于绿洲同沙漠交汇地带体系建设模式的变化,其一,在防风阻沙带中,增加了红柳灌木防风阻沙带,其自然高度可达 3 m ,在旷野 2 m 高度风速 8 m/s 下, 15 m 红柳灌木防风阻沙带 50 cm 高度风速较对照降低 58.43% ; 30 m 红柳灌木防风阻沙带降低 92.56% 。其二,增加了机械沙障+灌木固沙阻沙带,由于天然降水维持的固沙林密度很低(梭梭林小于 $600\text{ 株}/\text{hm}^2$),难以实现固沙阻沙的目标,因而需要采取机械措施。通过布设塑料方格沙障、麦草沙障、黏土沙障,增大了林地粗糙度,林地 10 cm 高度风速较对照梭梭林分别降低了 62.7% 、 63.9% 和 33.3% , 20 cm 高度风速较对照梭梭林分别降低了 45.7% 、 50.6% 和 31.9% ,风蚀分别降低了 97.27% 、 99.88% 和 80.69% ,二者协同作用,共同实现了防风固沙的目标。

根据实际观测,随固沙林林带的扩大,近地面层风速总的降低程度在提高,但固定带宽所降低的比例在不断降低,如保存密度为 $525\text{ 株}/\text{hm}^2$ 的梭梭林, 50 m 带宽可降低风速 44% ; $50\sim 100\text{ m}$ 可降低 10% ; $100\sim 150\text{ m}$ 可降低 4% ; $150\sim 200\text{ m}$ 可降低 2% 。以此为依据,确定机械沙障+灌木固沙阻沙带、灌溉固沙阻沙带带宽为 $200\sim 300\text{ m}$ 。