

民勤沙化退耕地整治技术及造林模式选择研究

来锡福¹, 焦旭东¹, 赵明², 尉秋实²

(1. 武威市林业综合服务中心, 甘肃 武威 733000; 2. 甘肃省治沙研究所, 兰州 730000)

摘要:为掌握沙化退耕地植被恢复情况和最佳的适宜该地区的造林模式,以沙化退耕地整治技术及模式选择指导思想为基础,通过对民勤县沙化退耕地植被现状的调查,研究了不同年代沙化退耕地上植物群落的特性,同时分析了沙化退耕地上不同密度下梭梭和柠条的生长状况。结果表明:随着退耕时间的延长,沙化退耕地植物群落逐渐向单一化方向发展,且植被均匀度降低,土地潜在沙化的可能性提高;不同密度下梭梭的生长状况存在明显差异,当造林密度为 $2\text{ m} \times 8\text{ m}$ ($615\text{ 株}/\text{hm}^2$) 时,梭梭的生长状况最好;柠条的生长状况受种植密度和土壤质地的影响,同时灌水与否对柠条的生长也有一定的影响。

关键词:生态恢复; 沙化退耕地; 整治技术; 模式选择

中图分类号: X171.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)01-0269-05

Study on Remediation Technology and Afforestation Mode Decision of Desertification Woodland in Minqin

LAI Xifu¹, JIAO Xudong¹, ZHAO Ming², YU Qiushi²

(1. Wuwei Service Center for Forestry Comprehensive, Wuwei, Gansu 733000, China;

2. Desert Control Research Institute of Gansu, Lanzhou 730000, China)

Abstract: In order to understand the recovery of desertification woodland vegetation restoration and select the best afforestation mode in Minqin area, a survey on desertification woodland was conducted based on the remediation technology of desertification woodland and mode selection guidelines. The characteristics of plant communities growing on desertification woodland from different restoration times were studied, and growth conditions of *Haloxylon ammodendron* and *Caragana intermedia* under different densities were analyzed as well. The results showed that with the abandoned time extension, the plant communities simplified gradually, and the uniformity of plants reduced, while the potential possibility of land desertification increased. Significant differences of *H. ammodendron* growth conditions under different densities were found. *H. ammodendron* grew best under the $2\text{ m} \times 8\text{ m}$ ($615\text{ plants}/\text{hm}^2$) density. While the growth of *C. intermedia* was affected by planting density and soil texture, and irrigation or rainfed also had a certain influence.

Key words: ecological restoration; desertification woodland; renovated technique; mode decision

甘肃省民勤县位于河西走廊北侧的石羊河下游,介于腾格里和巴丹吉林两大沙漠之间。由于气候变暖,人为活动频繁,水资源短缺和使用不合理,再加上该地区粗放经营种植的农业生产模式,进而逐渐产生了沙荒地开垦→撂荒恢复→退耕地沙化→沙漠化现象。耕地撂荒后,在人为和自然的共同作用下,逐渐向沙漠化方向演变^[1-3]。近年来,随着石羊河流域综合治理项目实施过程中“关井压田”政策的推进,出现

了更多的退耕地,因此退耕地的沙化整治成为当前迫在眉睫的问题。在国外,从 20 世纪初开始,随着社会发展和劳动生产率的大幅度提高,农耕地开始弃耕,同时开始了对退耕地植被恢复的研究^[4]。而我国相对较晚,直到 20 世纪 80 年代后,一些条件相对恶劣的耕地开始弃耕。近几年,随着弃耕现象的逐渐增多,退耕地退耕后植被恢复的理论和技术的研究^[4-5]逐渐被重视。因此,研究退耕地生态恢复中整治技术

收稿日期: 2013-12-03

修回日期: 2014-02-20

资助项目: 国家十一五科技支撑计划项目“民勤绿洲退耕地沙漠化、盐碱化防治与生态建设试验示范”(2007BAD46B04)

作者简介: 来锡福(1964—),男,甘肃古浪人,硕士研究生,高级工程师,主要从事干旱造林技术及林业有害生物防治技术研究。E-mail: gsw-wdqsfsz@126.com

通信作者: 焦旭东(1987—),男,甘肃张掖人,硕士研究生,工程师,主要从事林业有害生物防治技术研究。E-mail: gswwdqsfsz@126.com

模式,防治沙化,加速推进恢复进程,优化调控技术,对民勤沙化土地治理和石羊河流域综合治理项目具有积极的理论与现实意义。

在沙化退耕地建立人工植被体系的关键是要选择适宜于该地区自然条件的造林模式,即选择合适的造林树种和造林密度。民勤县年平均降雨量为 110 mm,地下水位也因农业灌溉的开采而严重下降,已远低于植物根系可利用的临界水平,故必需慎重考虑林地土壤的水分平衡和植物的抗旱性。近 50 a 的试验、示范、推广以及树种水分生理研究结果表明,梭梭和柠条是最适宜民勤地区生态环境建设的两种优良树种,不但拥有成熟的育苗造林技术,显著的生态防护效能,而且柠条在民勤绿洲北部具有一定面积的天然分布,是典型的乡土植物^[6-7]。目前这两种树种已在民勤绿洲乃至整个河西走廊地区的生态防护植被体系建设中得到了广泛使用。此外,赵明等^[8]研究表明,梭梭和柠条的蒸腾耗水量小于沙枣、花棒和沙木蓼等民勤沙区常见的沙区旱生乡土植物种。故选择在民勤沙化退耕地利用梭梭、柠条等造林树种设置不同造林模式试验具有可靠地理论依据及现实指导意义。

1 试验区概况

民勤县位于河西走廊北侧的石羊河下游,位于腾格里和巴丹吉林两大沙漠之间,103°02′—104°02′E,38°08′—39°06′N,海拔高度 1 000~1 900 m。年平均温度 7.8℃,极端高温 40℃,年均相对湿度 47%,年

均降水 110 mm 左右,年均蒸发量 2 643.9 mm;光照资源丰富,日照时数年平均 2 833 h,日照百分率平均为 66%。气候干燥,干燥度 $K=5.15$;全年盛行西北、西北偏西风,年均风速 2.8 m/s,年风沙日达 130 d。民勤属典型大陆性干旱气候,降雨稀少,蒸发十分强烈,蒸发量是降水量的 23 倍。气温日较差大,沙尘暴、大风、干热风等灾害性天气较多。

民勤县总土地面积 $1.614\times10^4\text{ km}^2$ 。县境内主要分布沙漠、戈壁、剥蚀山地和绿洲平原等地。其中沙漠、戈壁点总面积的 83.68%,达 $1.32\times10^6\text{ hm}^2$,绿洲平原仅为 16.32%,共计 $2.6\times10^5\text{ hm}^2$,而耕地面积占全县总面积的 4.29%,共计 $6.26\times10^4\text{ hm}^2$ 。

2 试验方法

2.1 试验设计

根据民勤沙化退耕地的分布现状,采用典型抽样法和样线法^[8-9]进行了调查研究。分别选择 20 世纪 70 年代、80 年代、90 年代、2000 年、2003 年和 2007 年共 6 个不同年代的撂荒地及 12 种不同沙化退耕地或沙地人工造林模式作为样地,采用 5 点样方调查法设置永久性样方进行植被调查研究,其中撂荒地的样方大小为 10 m×10 m,其它样地的样方大小为 16 m×16 m(见表 1)。植被调查主要包括自然植被种类、组成、密度、盖度、频度等;不同密度人工梭梭林和柠条林的调查主要包括其冠幅、高度、分枝情况和生长状况等。

表 1 不同年代沙化退耕地样地信息

样地类型	样地编号	退耕时间	造林时间	造林树种	造林模式	备注
撂荒沙地	QSTG-7	2000 年	—	天然植被	—	—
	QSTG-8	1996 年	—	天然植被	—	—
	QSTG-9	2007 年	—	天然植被	—	—
	QSTG-10	2003 年	—	天然植被	—	—
	QSTG-11	80 年代	—	天然植被	—	—
	QSTG-12	70 年代	—	天然植被	—	—
造林沙地	QSSS-1	1994 年	1995 年	梭梭	2 m×8 m	林地沙化
	QSSS-2	1994 年	1995 年	梭梭和沙拐枣混交	2 m×7 m 隔行定植	林地沙化
	QSSS-3	1998 年	1999 年	梭梭	2 m×5 m	—
	QSSS-4	1993 年	1994 年	梭梭	1 m×4 m	—
	QSSS-5	2000 年	2001 年	梭梭	2 m×8 m	—
	QFMT-1	1992 年	1993 年	柠条	2 m×20 m	农林间作
	QFMT-2	1992 年	1993 年	柠条	2 m×4 m	砾质沙地
	QFMT-3	1992 年	1993 年	柠条	2 m×4 m	黏性退耕地
	QFMT-4	1992 年	1993 年	柠条	2 m×4 m	沙质退耕地
	QFMT-5	1992 年	1993 年	柠条	1 m×8 m	农林间作
	QFMT-6	2005 年	2006 年	柠条	1 m×4 m	沙质退耕地
	QFMT-7	2005 年	2006 年	柠条	1 m×4 m	黏性退耕地

2.2 数据统计方法

采用相对密度、相对盖度、相对频度、相对重要值、物种丰富度、均匀度、辛普森多样性指数(Simp-

son)、优势度等参数^[10]比较不同年代沙化退耕地植物群落特性,确定不同样地的优势,对比分析不同造林模式下和不同林地土壤水分的造林树种的生长状

况以及不同密度人工梭梭林的生长状况。所有调查数据均在 Excel 软件上进行统计分析。其中:

- 物种丰富度 $R=s$ (1)
- 均匀度指数 $Pielou=-\sum(P_i\ln P_i)/\ln s$ (2)
- Simpson 多样性指数
- $D=1-\sum N(N_i-1)/[N(N-1)]$ (3)
- 优势度 $C=N_i(N_i-1)/[N(N-1)]$ (4)
- 相对密度 $D_r=(\text{某种植物的密度}/$
- $\text{全部植物的总密度})\times 100$ (5)
- 相对盖度 $C_r=(\text{某一物种的盖度}/$
- $\text{所有盖度之和})\times 100$ (6)
- 相对频度 $P_r=(\text{该种的频度}/$
- $\text{所有种的频度总和})\times 100$ (7)
- 相对重要值 $IV=(\text{相对密度}+\text{相对}$
- $\text{盖度}+\text{相对频度})/3$ (8)

式中: s ——样方中观察的物种数; $P_i=N_i/N$, N ——样方中各物种多度指标总和, N_i ——第 i 物种的个体数。

表 2 不同年代沙化退耕地上植物群落的相对密度

生活型	2007 年	2003 年	2000 年	1996 年	80 年代	70 年代
灌木	0.048	0.023	0.031	0.042	0.002	0.09
多年生草本	7.546	11.799	11.037	24.609	12.152	19.41
一年生草本	92.406	88.178	88.932	75.349	87.846	80.5

3.1.2 植物群落多样性指数 不同沙化退耕地植物群落多样性指数显示(表 3):随着退耕时间的延长,植物群落物种丰富度、均匀度和辛普森指数均下降,而优势度升高,尤其是 70 年代和 80 年代的沙化退耕地植被的多样性指数变化更明显,丰富度均为 19,均匀度分别为 0.491 和 0.355,辛普森指数分别为 0.709 和 0.632,均明显低于 2000 年以后的退耕地;而优势度分别为 0.291 和 0.368,明显高于 2000 年和 2003 年的退耕地。多样性指数的变化趋势表明,随着退耕时间延长,沙化退耕地植物群落逐渐向单一化方向发展,且植被均匀度降低,土地潜在沙化的可能性提高。由此可知,随着退耕时间延长,群落的丰富度、均匀度和辛普森指数均下降,而优势度升高,沙化退耕地植物群落逐渐向单一化方向发展,土地潜在沙化的可能性提高。

表 3 不同年代沙化退耕地植物群落多样性指数

样地编号	退耕年代	丰富度	均匀度	辛普森指数	优势度
QSTG-9	2007	20	0.581	0.735	0.265
QSTG-10	2003	24	0.498	0.802	0.198
QSTG-7	2000	24	0.475	0.813	0.187
QSTG-8	1996	16	0.598	0.749	0.251
QSTG-11	1980s	19	0.355	0.632	0.368
QSTG-12	1970s	19	0.491	0.709	0.291

3 结果与分析

3.1 不同年代沙化退耕地植物群落特性分析

3.1.1 植物群落的相对密度 由不同年代沙化退耕地上植物群落的相对密度可知(表 2),退耕 1 a(2007 年退耕)的沙化退耕地,1 a 生草本植物的相对密度为 92.406,多年生草本植物为 7.546,灌木为 0.048;退耕 5 a(2003 年退耕)的沙化退耕地上,一年生草本植物的相对密度为 88.179,多年生草本植物为 11.79,灌木为 0.023;退耕 8 a(2000 年退耕)的沙化退耕地上不同生活型植物的相对密度与退耕 5 a(2003 年退耕)的基本一致;退耕 10 a 以上(1996 年以前)的沙化退耕地上多年生草本的相对密度上升,一年生草本的相对密度下降。由此可知,随着退耕时间的延长,多年生草本植物的相对密度上升,而一年生草本植物的相对密度略有下降,灌木的相对密度变化不明显。

3.1.3 植物群落优势种(前 3 种)的相对重要值 不同年代沙化退耕地上植物群落优势种的相对重要值(表 4)显示:无论退耕时间长短,沙化退耕地植物群落均以草本植物为主,且以季节性的一年生杂草占优势,如画眉草、白茎盐生草等,细叶骆驼蓬等多年生草本次之,而灌木优势所占优势不明显。退耕时间较短的沙化退耕地主要以一年生田间杂草占优势,如 2007 年的退耕地主要以灰绿藜占优势,其相对重要值(22.83)明显高于其它多年生草本植物和灌木种,如细叶骆驼蓬(10.70)、黑果枸杞(1.77)等;随着时间的延长,沙化退耕地植物优势种逐渐被周边沙地上广泛分布的一年生草本(地带性指示植物)如白茎盐生草、蝶果虫实等所替代,如在近 40 a 的沙化退耕地上(70 年代退耕地),优势种为白茎盐生草,其相对重要值为 27.22。在不同年代沙化退耕地上,多年生草本植物细叶骆驼蓬、五星蒿等常常为亚优势种,在维持退耕地生态系统中扮演着重要的角色。灌木植物如黑果枸杞、白刺等只有零星分布,即便是在退耕时间很长的沙化退耕地上(70—80 年代的退耕地),其数量也十分有限,而且长势较弱。

3.2 沙化退耕地生物防风固沙技术模式的选择

3.2.1 不同密度人工梭梭林的生长状况分析 选择 2 m×8 m,2 m×7 m,2 m×5 m 和 1 m×4 m 共 4 种

密度下的 5 个样地(4 种造林模式)(图 1),对不同样地的所有梭梭个体生长情况进行调查研究,其中 2 m×7 m 密度下为梭梭和沙拐枣的混交林,其余密度下均为梭梭纯林。研究发现:造林年限接近的梭梭林,密度为 2 m×8 m 模式下梭梭个体的平均高度、平均冠幅均明显大于其它密度的梭梭个体。同时调查发现,高密度梭梭林中,大部分梭梭个体的生长状况不良,干梢、死株现象比较普遍,种群明显趋于衰退;但在 2 m×8 m 密度下,梭梭林的个体长势良好,种群结构比较稳定,干梢、死株现象较少。由此可见:在密度为 2 m×8 m 的模式下,梭梭的生长具有明显的优势。

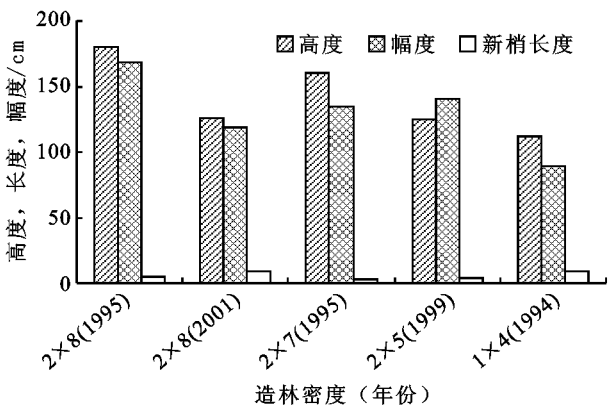


图 1 不同密度下梭梭林的生长状况

表 4 不同年代沙化退耕地上植物群落优势种(前 3 种)的相对重要值

退耕年代	优势种	相对密度	相对盖度	相对频度	相对重要值
2007	灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	45.20	15.61	7.69	22.83
	虎尾草 <i>Chloris virgata</i>	16.82	16.64	7.69	13.72
	细叶骆驼蓬 <i>Peganum nigellastrum</i>	3.21	21.18	7.69	10.70
2004	白茎盐生草 <i>Halogoton arachnoideus</i>	23.81	18.34	9.26	17.14
	芦苇 <i>Phragmites communis</i>	6.58	29.83	7.41	14.61
	灰绿藜 <i>C. glaucum</i>	24.52	3.88	7.41	11.94
2003	画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	27.48	12.37	6.41	15.42
	五星蒿 <i>Bassia dasyphylla</i>	8.48	4.41	6.41	10.14
	蒙山莴苣 <i>Mulgedium tataricum</i>	31.58	5.60	5.13	5.80
2000	白茎盐生草 <i>H. arachnoideus</i>	21.57	23.08	6.85	17.17
	五星蒿 <i>B. dasyphylla</i>	24.03	8.40	6.85	13.09
	蝶果虫实 <i>Corispermum patelli forme</i>	22.82	3.13	6.85	10.93
1996	蝶果虫实 <i>C. patelli fome</i>	36.41	10.85	9.09	18.78
	细叶骆驼蓬 <i>P. nigellastrum</i>	17.43	25.40	9.09	17.31
	画眉草 <i>E. pilosa</i>	24.57	9.97	9.09	14.54
1980s	画眉草 <i>E. pilosa</i>	49.47	51.42	7.55	36.14
	白茎盐生草 <i>H. arachnoideus</i>	32.87	23.47	9.43	21.93
	细叶骆驼蓬 <i>P. nigellastrum</i>	11.52	20.54	9.43	13.83
1970s	白茎盐生草 <i>H. arachnoideus</i>	45.30	26.74	9.62	27.22
	细叶骆驼蓬 <i>P. nigellastrum</i>	16.66	16.11	9.62	14.13
	画眉草 <i>E. pilosa</i>	21.27	7.08	9.62	12.66

3.2.2 不同密度人工柠条林的生长状况分析 选择 7 种不同造林模式(亦称不同造林立地条件)的人工柠条林进行调查试验),试验结果见表 5。在水分条件充足的农田边,2 m×20 m(QFMT-1,林带间种植玉米等农作物)和 1 m×8 m(QFMT-5)两个不同密度下柠条个体的生长状况均表现良好,但是以密度小(2 m×20 m)的柠条长势相对较好,其冠幅及分枝都高于栽植密度较大(1 m×8 m)的柠条;在无人工灌溉的条件下,柠条的生长状况与林地土壤性质有较大关系,相同密度下(2 m×4 m),粘性退耕地上(QFMT-3)柠条的生长状况最好,沙质退耕地上

(QFMT-4)的次之,而砾质退耕地上(QFMT-2)最差。在短期营造的柠条林这种差异更为明显(QFMT-6 和 QFMT-7)。在 2006 年营造的密度均为 1 m×4 m 的柠条林中,粘性退耕地上柠条的平均高度(210.4 cm)、平均幅度(115.6 cm)和平均分枝数(5.0)均明显大于沙质退耕地的生长量(平均高度、平均幅度和平均分枝数分别为 89.7 cm,94.3 cm 和 3.0)。另外,无论是沙质退耕地还是粘性退耕地,在没有人工灌溉的条件下,柠条的长势均不良,表现为干梢干枝多、叶片稀疏、基部分枝少等特征,尤其在沙质或砾质退耕地上这些现象更为明显,种群衰退严重。

表 5 不同密度人工柠条林的生长状况

样地编号	造林时间	造林密度	土壤质地	平均高度/cm	平均冠幅/cm	平均分枝
QFMT-1	1993 年	2 m×20 m	沙质农耕土	376.2	319.5	43.0
QFMT-2	1993 年	2 m×4 m	砾质退耕地	109.5	130.6	8.5
QFMT-3	1993 年	2 m×4 m	黏质退耕地	185.5	125.3	15.5
QFMT-4	1993 年	2 m×4 m	沙质退耕地	125.5	115.7	26.5
QFMT-5	1993 年	1 m×8 m	沙质农耕土	431.8	309.1	18.7
QFMT-6	2006 年	1 m×4 m	沙质退耕地	89.7	94.3	3.0
QFMT-7	2006 年	1 m×4 m	黏质退耕地	210.4	115.6	5.0

4 结论与讨论

耕地撂荒后在不采取人工措施修复植被的情况下将进入自然演替过程。一般而言,随着演替时间的推移,群落多样性指数逐渐上升,在演替的中后期最大。本文研究结果显示在民勤沙化退耕地随着退耕时间延长,群落的丰富度、均匀度和辛普森指数均下降,而优势度升高,沙化退耕地植物群落逐渐向单一化方向发展,土地潜在沙化的可能性提高;沙化退耕地因流沙、干旱及土壤种子库等因素的影响,其演替逆向进行。由此可见,在自然状态下,沙化退耕地植物群落的演替十分缓慢,而且结构组成上有向单一化方向演替的趋势,很难形成多样性和稳定性较高的植被体系。退耕数十年的撂荒地其自然群落仍以季节性一年生草本植物为主,缺乏构建荒漠植被体系的灌木种,土地潜在沙化的可能性很大。因此,有必要采用人工措施,通过造林模式的选择和其它技术途径,以缩短自然植被演替的漫长过程,促进沙漠化退耕地植被防护体系的快速形成。

不同密度下梭梭的生长状况存在明显差异,本文研究结果显示,造林密度为 2 m×8 m(615 株/hm²)的梭梭林的生长状况最好,群落优势度最高,种群比较稳定。李爱德等^[11]对梭梭等沙旱生植物的蒸腾耗水特性进行了多年的观测研究,并结合民勤地区沙地土壤水分蒸发规律的研究结果,从理论上计算了梭梭在民勤气候条件下合理的造林密度为 570 株/hm²,这样即可以使林地土壤含水率维持在 1.2%左右,土壤水分达到一个较平衡的状态,也可保持梭梭的正常存活。这一结论与本项研究中所选择 2 m×8 m 的梭梭林的造林密度基本吻合。因此,选择密度为 38~630 株/hm² 的梭梭林是民勤绿洲沙漠化退耕地一种比较适宜的人工植被建设模式。与梭梭相比,柠条的蒸腾耗水量较大,在造林实践中,其生长状况明显受

土壤水分条件的限制。柠条在人工灌溉条件下(QFMT-1,QFMT-5)的生长状况明显比自然条件下好,而且其生长状况也受林地土壤质地的限制,黏性退耕地上的生长状况要比沙质退耕地上的好。从研究结果看,2 m×20 m 的柠条林带和灌溉农田组成的模式,是民勤绿洲建立农田防护林体系的一个具有推广前景的模式,但能否在沙化退耕地上建立人工柠条防护林体系以及造林的密度如何,仍有待做进一步地试验研究和论证。

参考文献:

[1] 张高锋,魏芳玲.民勤县人为土地荒漠化的分析与评价[J].甘肃农业,2006(11):113.

[2] 屈建军,马立鹏,刘丛.甘肃省沙漠化现状,成因及其防治对策[J].中国沙漠,2002,22(5):520-524.

[3] 蒋志荣,安力,柴成武.民勤县荒漠化影响因素定量分析[J].中国沙漠,2008,28(1):35-38.

[4] 包维楷,刘照光,刘庆.生态恢复重建研究与发展现状及存在的主要问题[J].世界科技研究与发展,2001,23(1):44-48.

[5] 马长明,袁玉欣.国内外退耕地植被恢复研究现状[J].世界林业研究,2004,17(4):24-27.

[6] 柴成武,贺访印,魏林源,等.干旱沙区盐碱退耕地生态恢复模式研究[J].水土保持研究,2012,18(6):208-211.

[7] 贾志清,卢琦,郭保贵,等.沙生植物:梭梭研究进展[J].林业科学研究,2004,17(1):125-132.

[8] 刘建凯,富远年,宋良红.民勤县荒漠化成因与防治对策[J].水土保持通报,2007,27(3):180-182.

[9] 高贤明,马克平,陈灵芝.暖温带若干落叶阔叶林群落物种多样性及其与群落动态的关系[J].植物生态学报,2001,25(3):283-290.

[10] 马克平,刘玉明.生物群落多样性的测度方法[J].生物多样性,1994,2(4):231-239.

[11] 王继和.甘肃治沙理论与实践[M].兰州:兰州大学出版社,1999.