

# 景电灌区农田防护林体系生态效应观测分析

冯宜明, 王辉

(甘肃农业大学 林学系, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 通过对景电一、二期灌区农田防护林体系现状及防护、增产效应的定点调查与测定, 对比分析了林带的生态效应和作用。结果表明, 在林带迎、背风面 0~6H 处, 其生态防护效应表现显著。而随着与林带距离的增加, 其生态防护效应表现出递减趋势, 并且其生态防护效应随林龄的增大而提高; 在灌区内农田林网较为完善的地带, 防护林保护下的小麦、玉米产量分别提高 18.3% 和 13.7%; 林网内农作物千粒重比空旷区对照点的千粒重提高 15%~18% 左右, 林带的农业增产效益明显。但在农田林网不健全条件下, 防护林的增产效果表现微弱。综合分析认为, 该区域农田防护林体系的生态、经济效应都有待于进一步提高和完善。

**关键词:** 景电灌区; 防护林体系; 生态功能

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)05-0079-05

中图分类号: S727.24

## Ecological Effects of Farmland Shelterbelt System in Jingdian Irrigated Area

FENG Yi-ming, WANG Hui

(Forestry Department, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** Through point-survey for farmland shelterbelt system situation, windbreak effect, and yield performance in Jingdian's first and second irrigation areas, the functions of the shelterbelt and its ecological effects were analyzed. Results indicated that eco-protection effect was displayed remarkably in the shelterbelt's two side of the 0~6H. With the distance from the shelterbelt increasing, eco-protection efficiency weakened gradually. Eco-protection effect was improved with the increase in stand age. In the perfect area of forest network, agricultural production benefits were significant and wheat yield and maize yield were 18.3% and 13.7% more than those in control area. Thousand kernel weight in the forest network area increased by 15%~18%. However, the effect of yield-increasing by shelterbelt was reduced in unsound forest network. Results from the comprehensive analysis show that economic and ecological effects of farmland shelterbelt in the area should be further improved.

**Keywords:** Jingdian irrigated area; shelter forest system; economic and ecological effect

防护林是保护、控制、稳定改善生态环境的一种再生资源性林种, 而农田防护林又是防护林的主体。在新型灌区, 农田防护林也是区域防护林体系及林业生态工程建设的主体, 不仅有着调节农田小气候, 改善区域环境, 保障农业高产稳产, 提高农民收入等作用, 而且担负着绿化、美化新农村, 提高农区森林覆盖率的任 务。因此, 农田防护林建设作为一项集生态效益、社会效益、经济效益于一身的生物工程措施越来越受到农业经营者们的重视。

近年来, 国内外有关农田防护林的研究主要集中

在防护林营造技术<sup>[1-5]</sup>, 防护林效益评价研究及防护林优化改造和更新技术研究<sup>[6-18]</sup>等方面。但对于一些特殊区域, 特别是对于新型灌区防护林体系的生态、经济效益的研究报道却较少。特别是近年来, 由于农业生产经营制度的改变, 使一些区域原有林网体系遭到了不同程度破坏, 严重影响着区域防护林体系的整体功能。

因此, 调查分析现有防护林的防护效益和经济效益, 分析研究其存在的问题, 对防护林体系的进一步建设与改造十分必要。

收稿日期: 2010-03-28

修回日期: 2010-04-16

资助项目: 中国/全球环境基金 GEF/OP12 甘肃项目干旱生态系统土地退化防治“干旱区绿洲综合生态系统管理耦合技术研究”

作者简介: 冯宜明(1985—), 男(汉族), 甘肃省景泰县人, 硕士研究生, 主要从事森林生态与可持续发展等方面的研究。E-mail: fym850321@126.com.

通信作者: 王辉(1959—), 女(汉族), 甘肃省武威市人, 博士, 教授, 主要从事防护林可持续经营及荒漠化综合防治方面的研究。E-mail: wanghai@gsau.edu.cn.

本研究通过对景电一、二期灌区防护林体系的实地观测,以分析揭示该区域现有防护体系的防护效应和增产效应,科学评价其区域农田防护林体系的生态、经济效应,为该区今后农田防护林建设和发展提供技术支持和科学依据,也为同类地区农田防护林建设提供参考。

## 1 研究区概况

甘肃省景电灌区是国家投资建设的“两西”重大基础性开发工程,即引黄提灌工程建设后开发起来的一个新型灌区。由景电一期、二期和景电二期延伸向民勤调水工程 3 部分组成,横跨景泰、古浪 2 县,延伸至民勤,以其扬程高、流量大、多级级而被誉引黄提灌工程建设的“中华之最”。

景电灌区位于  $36^{\circ}43' - 37^{\circ}41'N$ ,  $103^{\circ}20' - 104^{\circ}15'E$  之间,地处黄河上游的温带干旱荒漠气候区,北临腾格里沙漠。

区域内有可垦地  $93\ 333\ \text{hm}^2$ ,目前灌溉面积已达  $65\ 200\ \text{hm}^2$ 。其中一期工程灌溉  $20\ 400\ \text{hm}^2$ ,二期工程灌溉  $34\ 700\ \text{hm}^2$ ,景电二期延伸向民勤调水工程新增灌溉面积  $10\ 100\ \text{hm}^2$ 。整个区域地势平坦,土层深厚(1~1.5 m 以上),光热资源充足,  $\geq 10\ ^{\circ}\text{C}$  活动积温  $2\ 988\ ^{\circ}\text{C}$ ,日照时数  $2\ 726\ \text{h}$ ,年降水量  $185\ \text{mm}$ ,蒸发量  $3\ 038\ \text{mm}$ ,为降水量的 16.4 倍,年平均风速  $3.7\ \text{m/s}$ ,大风日数  $27.7\ \text{d}$ ,地带性土壤为灰棕荒漠土<sup>[19-21]</sup>。该区常见的农业自然灾害主要是干旱和风沙危害。因此,防护林体系建设与经营对新灌区农业生产具有极其重要的意义。

景电灌区农田防护林网的建设以小网格、窄林带的基本模式为主,并辅之以宽林带、团丛状、散状等模式,造林树种以杨、榆、槐、柳、沙枣等树种为主。其中,新疆杨 (*Populus alba* L. var. *pyramidalis* Bunge)、二白杨 (*Populus gansuensis*) 占造林树种的 80% 以上,廊坊杨 (*P. langfangensis*)、沙枣 (*Elaeagnus angustifolia*)、沙拐枣 (*Calligonum mongolicum*)、枸杞 (*Lycium Chinese*) 等树种在局部地区较多。此外,景电灌区“四旁”植树和灌区边缘的大型防风阻沙林带也是灌区农田防护林体系的重要

组成部分。

经过数十年的建设,景电灌区现有林木覆盖率已达 14%,灌区防护林带已连成一片,形成了腾格里沙漠南缘的绿色屏障,有效地改善、保护了生态环境,灌区小气候得到了改观。但近年来,原有林网体系的人为破坏也较为严重,部分地带的农田防护林体系已残缺不全。

## 2 研究内容及方法

### 2.1 灌区防护林布局现状的调查

通过实地踏查,结合当地林业主管部门的统计资料,调查分析景电一、二期灌区农田防护林、“四旁”植树、防风治沙林等的建造及管护现状。

### 2.2 林带生态防护效应观测分析方法

防风效应是风沙危害区农田防护林最重要的生态防护效应之一。在研究区域内,选择了在当地有代表性的不同树种组成、不同造林时间的农田防护林带和林网进行防风效益观测。观测点布设在林带走向的中垂线上,根据林带间距在迎风面 6H, 4H, 2H 处,背风面 2H, 4H, 6H 处设点,对照点布设在空旷农田中心处。

采用上海沪钰电子科技有限公司生产的手持 DEM-6 型三杯风向风速表(精度为  $0.2\ \text{m/s}$ )观测距地面垂直高度 1.5 m 处风速。观测时间为 2008 年 7 月 20—30 日,选择大风天气进行。大风天气主要以能见度为标准,能见度小于 1 000 m 定为大风天气。林带防风效能的计算公式为:

$$E_x = \frac{\mu_0 - \mu_x}{\mu_0} \times 100\%$$

式中:  $E_x$ ——林带附近距离为  $x$ ,高度为 1.5 m 处防风效能;  $\mu_0$ ——对照点观测高度 1.5 m 处的平均风速;  $\mu_x$ ——距林带  $x$ ,高 1.5 m 处的平均风速<sup>[22]</sup>。

林带温、湿度调节作用的观测点同上。用通风干湿表定时测定各设定点处农田距地面 1.5 m 高处的大气温度和大气湿度,观测在 2008 年 7 月 20—30 日内晴朗无风天气进行(表 1)。

表 1 试验林带结构特征

样带号	地点	主要造林树种	行数及宽度	结构类型	树龄	平均高度
1	八道泉乡	新疆杨	8 行 16 m	通风型	13	8.9
2	兰炼农场	新疆杨	12 行 36 m	通风型	20	31.6
3	条山农场	廊坊杨	3 行 12 m	通风型	10	7.1
4	条山农场	刺槐	单行	通风型	25	17.5

### 2.3 林带经济效应观测分析方法

农田防护林的经济效应可依其农业增产效益进行间接分析。测定选择土壤条件和灌溉条件等相当, 种植同种作物的林网内农田和无防护林防护的农田, 调查林带背风面 20H 内作物成熟期平均高度、距林

带 30H 内农作物的平均产量、林带背风面 20H 内作物的干粒重, 进行对比分析<sup>[23-24]</sup>, 以确定防护林的实际增产效益。要求观测区和对照区农作物管理水平基本一致, 并在成熟后进行单打单收, 林带及农业生产状况(表 2)。

表 2 林带及农业生产状况

样带号	地点	林带状况				农作物
		主要造林树种	行数及宽度	结构类型	平均高度	
5	二期总 2 支 20 斗	新疆杨	单行	通风型	11.8	玉米、大豆
6	四个山园林场	新疆杨	4 行 8 m	通风型	9.2	玉米、小麦
7	二期总 3 支 15 斗	二白杨	4 行 10 m	通风型	8.4	玉米、大豆

## 3 景电灌区防护林效益分析

### 3.1 农田防护林带防护效应分析

风沙危害是景电灌区存在的主要生态环境问题之一。林带是害风方向上的一个障碍物。害风通过林带时, 气流动能受到极大的削弱, 使保护区地面风速减弱, 进而引起其他小气候条件的变化。景电灌区农田防护林带的防护效能见表 3。

表 3 2008 年景电灌区农田防护林带防护效应特征

带号	旷野风速/ ( $m \cdot s^{-1}$ )	防风效能/%					
		-6H	-4H	-2H	2H	4H	6H
1	1.6	0.0	6.3	12.5	37.5	25.0	18.8
2	2.5	10.0	16.0	23.0	40.0	27.0	22.0
3	4.5	4.4	6.7	11.1	26.7	11.1	6.7
4	4.0	5.0	7.5	12.5	17.5	15.0	12.5

3.1.1 林带的防风效能 对林带附近贴地层风速观测结果分析, 得出不同防护林带迎、背风面的防风效能变化(图 1)。结果表明, 林带背风面防风效果较迎风面显著, 随距林带距离增加, 林带防风效能逐渐减弱。在林带背风面 0~6H 处, 10 年生林带防风效能从 26% 降到 5%, 在距离林带 2H 处出现一个较大的转折点, 6H 以后防风效果基本丧失, 降到 5% 以下; 20 年生林带的防风效能变化较为平缓, 从 40% 降到 22%, 同样在距离林带 2H 处出现一个较大的转折点, 这与乌拉等<sup>[25]</sup>的研究结果一致。但 20 年生林带 4H 处的防风效能与 10 年生林带 2H 处的防风效能相当, 表明随着防护林林龄和林带高度的增长, 林带结构逐渐优化, 从而使其防护效益呈现一定的上升趋势。

3.1.2 林带的调温效能 在林带保护区内, 由于其对短波辐射的作用, 林带附近及林带内地面得到太阳辐射能量较小, 故温度降低<sup>[26]</sup>。经过对气温的测定得出不同防护林带迎、背风面的温度变化(图 2)。结

果表明, 林网内温度较旷区降低温度 0.2 °C~0.5 °C 左右。距林带越近, 效果越明显; 林带迎风面的温度高于林带背风面的温度, 距林带的距离越近温度越低。在距林带相等距离条件下, 20 年生林带较 10 年生林带温度低, 同一林带两侧相等距离处, 背风面较迎风面温度低, 这与孙旭等<sup>[27-28]</sup>的研究结果相一致。研究结果发现, 在晴朗高温的夏季, 林带对于气温的调节作用明显, 尤其是对于最高气温而言。

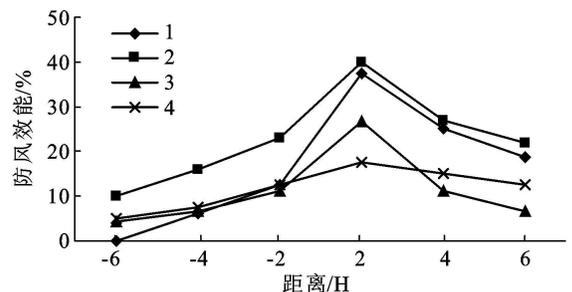


图 1 防护林带迎风面、背风面防风效能

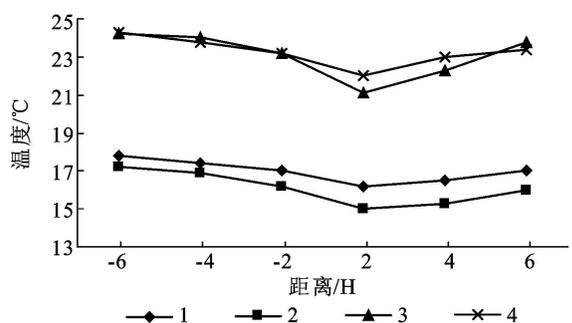


图 2 防护林带迎风面、背风面的温度变化

3.1.3 林带的增湿效能 林带内由于风速的降低和乱流交换的减弱, 在网格内作物蒸腾和土壤蒸发出来的水蒸气较长时间停滞在近地面的空气里, 因而增加了林网内农田系统的空气湿度。根据气温为 28 °C 时林带迎、背风面 0~6H 处的相对湿度变化观测结果(图 3), 林带内平均相对湿度比林带外对照大, 差值

为 4%~5%，表明防护林具有增加空气相对湿度的作用。在林带迎、背风面的不同距离处，其相对湿度也有较大的差异，随着与林带距离的增加，空气相对湿度呈现有规律的递减，而且林龄越大其增湿程度越显著。

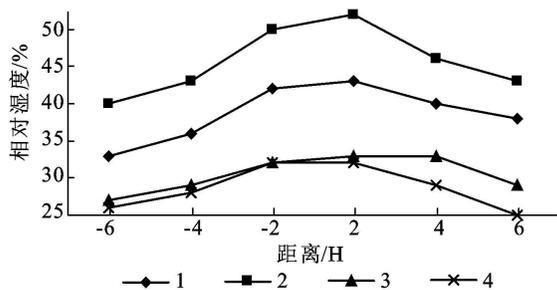


图 3 防护林带迎、背风面的相对湿度变化

相关分析表明，林带对相对湿度的影响与林带防风效能的变化趋势相同，即在风速减弱明显区，空气

相对湿度比较高，而在风速减弱较低的区域，相对湿度的增加也较低。这表明农田防护林网保护下的空气相对湿度与林带的防风效应密切相关。

### 3.2 景电灌区防护林带增产效应分析

在林带防护下，农作物生长速率及产量有所提高。经调查分析发现，景电一、二期灌区农田防护林的平均增产效益不突出。在农田林网较为完善的条山农场和兰炼农场、四个山园林场，可以使保护区小麦和玉米的产量分别提高 18.3% 和 13.7% (表 4)。但在农田防护林不完善的上沙窝和四个山的部分地区，因防护林带的胁地减产影响，增产不明显。这与以往农田防护林效益的研究结果<sup>[1, 29, 31]</sup>相一致。

由于林网为农作物生长创造良好的环境条件，使农作物光合作用效率提高，物质积累增多，从而提高了作物的千粒重。据测定发现，林网内农作物千粒重要比空旷区对照点的千粒重提高 15%~18% 左右 (表 5)，这与杨伟等<sup>[32]</sup>的研究结论相一致。

表 4 四个山园林场农田防护林对农作物产量的影响

作物	防护距离							平均	对照	增产率/ %
	1H	5H	10H	15H	20H	25H	30H			
玉米	7 950	11 785	11 025	10 545	9 480	9 525	10 005	10 050	8 835	13.7
小麦	4 770	6 315	6 750	4 860	5 835	5 670	4 575	5 535	4 680	18.3

表 5 景电灌区防护林带对农作物千粒重的影响(二期总 3 支 15 斗)

作物名称	空旷区	林带背风面					比空旷区提高/ %	
		平均	1H	5H	10H	15H		20H
玉米	192.44	227.31	169.56	230.48	251.70	257.51	—	18.12
大豆	126.35	146.66	121.02	142.04	169.02	154.54	—	16.07

## 4 结论

(1) 观测分析表明，景电灌区农田防护林带的生态防护效应主要表现在林带迎、背风面距林带 0—6H 的范围内。随与林带距离的增大，其生态防护效应递减；20 年生林带的生态防护效应优于 10 年生林带，表明随着防护林林龄增加，其防护能力也随之提高。但有关本区域农田防护林的防护成熟龄问题，还待进一步的深入研究。

(2) 农田防护林网改善了农作物生长的环境条件，使作物光合效率提高，物质积累增多，提高了作物产量及千粒重<sup>[22]</sup>。研究发现：在灌区内农田林网较为完善的地带，防护林保护下的小麦、玉米产量分别提高 18.3% 和 13.7%；千粒重比对照点提高 15%~18% 左右，林带的农业增产效益明显。但在农田林网不健全的情况下，增产效果表现则不显著。

(3) 调查可见，景电灌区内一些早期营造的农田防护林存在着结构配置、林带管理、树种改造等亟待解决的问题，特别是许多杨树防护林带因天牛危害，植株濒临枯死，已基本丧失生态防护功能和经济利用价值。因此，综合分析认为，景电灌区现有农田防护林体系的生态、经济效应都有待于进一步提高和完善。此外，改变重造轻管的经营理念，将对促进和保障区域防护林体系的持续发展具有重要的现实意义。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 曹新孙. 农田防护林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1983: 1-97, 100-113, 141-208, 295-328.
- [2] 朱延曜. 农田防护林生态工程学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [3] 肖纪浩, 钟志岩, 秦学君, 等. 树种结构的灰色优化[J]. 林业资源管理, 1996(5): 51-54.
- [4] 潘文利, 于雷. 辽河三角洲盐碱地防护林体系建设技术

- 研究[J]. 应用生态学报, 1998, 9(3): 231-236.
- [5] 孙枫, 李生宝, 蒋齐. 宁夏盐池沙区生态经济型防护林体系林树种优化比例[J]. 林业科学研究, 2003, 16(4): 459-464.
- [6] 胡嘉良, 向开馥. 东北半干旱地区农田林网中综合气候效益的分析[C] // 向开馥. 防护林研究(第一集). 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1989: 131-141.
- [7] 胡海波, 王汉杰, 鲁小珍, 等. 中国干旱半干旱地区防护林气候效应的分析[J]. 南京林业大学学报, 2001, 25(7): 7-82.
- [8] 王葆芳, 熊士平, 任培政. 乌兰布和沙地新开发人工绿洲防护林体系综合效益评价[J]. 林业科技, 1998, 25(6): 12-20.
- [9] 王葆芳, 刘星晨, 任培政. 乌兰布和沙地人工绿洲防护林体系模式生态和经济效益评价[J]. 干旱区资源与环境, 2002, 16(2): 60-67.
- [10] 陈炳浩, 郝玉光, 陈永富. 乌兰布和沙区区域性防护林体系气候生态效益评价的研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(1): 63-68.
- [11] 朱廷曜, 孔繁智, 朱劲伟, 等. 白音他控疏林草场气象效应初步分析[J]. 生态学报, 1991, 11(1): 1-6.
- [12] Cheng D C, Gu J X. A study on the effect of "three north" protective shelterbelt system on middle scale climate[M] // Zhu T Y. The Study of Ecological Effects and Physical Characteristics in the Boundary Layer of Protective Forest System. Beijing: Meteorology Press, 1992: 209-216.
- [13] Liu N Z. Effect of farmland shelterbelt system on regional climate[M] // Song Z M. Studies on Ecological and Economic Effects of Protective Forest in the Plain of Yellow River, Huaihe River and Haihe River. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1990: 128-139.
- [14] Tian S P, Xuan D W, Dong X M, et al. Calculating regional protective effects of farmland windbreak network by the method of geostrophic deviation[M] // Kang L X, Wang S L. Function and Effects of Coastal Windbreak System. Beijing: Scientific and Technological Literature Press, 1994: 85-90.
- [15] Zhou X D, Dong X M, Zhao R F. The regional climate effect of protective windbreak system in Dafeng County [M] // Kang L X, Wang S L. Function and Effects of Coastal Windbreak System. Beijing: Scientific and Technological Literature Press, 1994: 105-110.
- [16] 祁元祯. 荒漠、半荒漠地区建设铁路中风沙流防护体系的研究[J]. 中国沙漠, 1996, 16(3): 266-274.
- [17] 汪万福, 李最雄, 刘贤万, 等. 敦煌莫高窟顶灌木林带防护效应研究[J]. 中国沙漠, 2004, 24(3): 306-312.
- [18] 艾力·买买提明, 杨青, 阿吉古丽·沙依提, 等. 塔中油田作业区防护林带的小气候效应[J]. 中国沙漠, 2005, 25(4): 535-540.
- [19] 苏生海, 武得礼, 李雪屏, 等. 景电灌区土壤盐渍化的防治[J]. 甘肃农业大学学报, 1993, 6(2): 21-24.
- [20] 王辉, 刘千枝, 王永祯. 生态经济型防风治沙体系优化配置技术规程研究[J]. 中国沙漠, 1996, 16(4): 368-373.
- [21] 尤飞, 席艳芸. 生态经济型防护林体系在沙漠绿洲建设中的作用[J]. 防护林科技, 2008, 7(3): 74-75.
- [22] 崔强, 高甲荣, 何明月, 等. 宁夏盐池沙地农田防护林的防风阻沙效益[J]. 生态与农村环境学报, 2009, 25(3): 25-29.
- [23] 阎树文. 农田防护林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992: 48-49.
- [24] 王礼先. 林业生态工程学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [25] 乌拉, 张国庆, 辛智鸣. 乌兰布和沙漠绿洲农田防护林防风阻沙规律及防护效益[J]. 内蒙古林业科技, 2009, 35(1): 14-18.
- [26] 袁素芬, 陈亚宁, 李卫红. 干旱区新垦绿洲防护林体系的防护效益分析[J]. 中国沙漠, 2007, 21(3): 33-37.
- [27] 孙旭, 刘静, 布和, 等. 内蒙古河套灌区农田防护林效益研究[J]. 内蒙古林学院学报: 自然科学版, 1999, 21(3): 33-37.
- [28] 孙旭, 高岗, 高永, 等. 河套灌区典型农田防护林结构综合效益评价[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(7): 126-130.
- [29] 曹新孙. 农田防护林带国外研究概况(一)、(二). 中国科学院林业土壤研究所集刊(5集)[M]. 北京: 科学出版社, 1981: 177-214.
- [30] 姜凤岐. 林带经营技术与理论基础[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992: 1-25, 27-40.
- [31] 曹文生, 邢兆凯. 风沙区农田防护林效益的研究[J]. 防护林科技, 1999(1): 5-11.
- [32] 杨伟. 榆林沙区农田防护林防护效益研究[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(1): 115-116.