

草牧场防护林综合效益研究综述

段文标, 赵雨森, 陈立新

(东北林业大学森林资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要: 草牧场防护林是为改善草牧场小气候、提高牧草产量和质量、增加草原生态经济系统的承载能力和提高整个草原生态系统的生产力和稳定性而营造的防护林。由于其具有多种功能和效益, 愈来愈受到人们的重视。本文根据国内外学者发表的有关草牧场防护林效益的大量文献, 综合论述了草牧场防护林的气象效益、改良土壤效益、生物效益以及经济效益和社会效益。在此基础上提出了草牧场防护林效益研究的发展趋势。

关键词: 草牧场防护林; 气象效益; 土壤效益; 生物效益; 经济效益

中图分类号: S727. 2 **文献标识码:** A

草原生态系统是陆地生态系统的重要类型之一。由于人口的快速增长、社会经济的迅猛发展和对草原资源过度的开发利用, 使草原生态系统变得十分脆弱。产草量下降, 草质变劣, 草原生产力急剧减少。目前我国百亩草地的生产力约为美国的二十分之一, 澳大利亚的十分之一(李金昌, 1991), 极大地限制了这一地区经济的发展和人民生活的改善。因此, 加强草原建设, 扭转当前的不利局面, 恢复草原生态系统的平衡已势在必行。国内外草牧场防护林营造的生产实践和众多的科研成果表明, 作为防护林特殊林种的草牧场防护林在改善草牧场微域气候, 减免自然灾害, 提高牧草和牲畜的产量和质量, 增加草牧场生态经济系统的生产力和稳定性以及增强对有害因子的抵抗力等方面发挥着重要作用。本世纪以来, 就有美国、前苏联、加拿大、日本、西德、瑞士、意大利、英国、奥地利以及北非等国家开展了草牧场防护林的营造工作, 并对草牧场防护林的效益进行观测和研究。为了深化我国草牧场防护林的建设, 充分发挥其在改善草原生态环境方面的作用, 提高人们对草牧场防护林在恢复、重建和改善草原生态经济系统功能的认识, 促进我国西部大开发战略的实施, 本文根据国内外学者公开发表的有关草牧场防护林效益的大量文献, 综合论述了草牧场防护林的气象效益、土壤效益、生物效益及其经济效益和社会效益, 并在此基础上, 提出了草牧场防护林效益

研究的发展趋势。

1 草牧场防护林气象效益的研究

在草原营造草牧场防护林后, 由于气流受到林冠层和树干的阻挡以及枝叶的碰撞, 导致气流结构的破坏和能量的削减, 因此有效降低防护区域内草地的风速, 减少草地的水面蒸发, 提高林网内草地空气湿度。B. C. Каврин (1987) 在研究营造防护林提高牧场产量一文中指出: 由胡颓子及榆树组成的 2~3 行牧场防护林网与空旷地相比, 平均减少风速 61%, 进而改善了空气温度、土壤温度和空气湿度, 同时增加了积雪及土壤水分^[1]。K. G. Mcnaughton (1988) 综述了防护林带因对湍流交换的影响, 进而对林带附近的 CO₂ 浓度、空气湿度、温度、空气饱和差及蒸发等小气候要素的影响^[2]。K. G. Mcnaughton 认为在林带背风面存在静风区和弱风区, 静风区是从林带顶部向林带背风面 5~8 倍树高的地面联成的直线与林带与地面所构成的三角形区域。在静风区以外的相当范围是弱风区, 此范围可延续到 20~30 倍树高处。G. Heisler 也分析了林带结构对气流的影响^[3]。研究结果证实: 林带的防风水平距离与带高成正比, 风速降低的速度与林带孔隙度密切相关。Holmes, C. W. 和 Sykes, A. R. (1984) 报道了防护林和它对牲畜的气候影响。T. E. Bond (1974) 和

收稿日期: 2001-12-09。

基金项目: 国家“九五”重点科技攻关项目(960070403)和中国科学院知识创新工程重大项目(KSCX1~08)。

作者简介: 段文标(1964—), 男(汉族), 内蒙古察右中旗人, 博士, 副教授, 主要从事生态学和防护林学的教学和科研。通讯地址: 北京市海淀区育新花园 50 号楼三单元 404 信箱, 邮编: 100096; 联系电话: 010-82903279(宅), 62338689(办) 电子信箱: dwbiao@263.net

E. M Bates (1980) 分别撰文介绍了中西部地区防护林对牛群饲养场的影响和紧密型防护林对牛群饲养场的影响^[4, 5]。А. В. Алтынский (阿尔宾斯基) 主编的 *Агролесомелиорация* 一书 (1972) 详细介绍了“绿色阳伞”对太阳辐射、近地层气温、风速、空气湿度、羊每分钟呼吸次数、体表温度等的影响。观测表明: “伞下”太阳辐射减少 8~70 倍, 气温降低 1.5℃~5℃, 风速降低 20%~35%。苏联 З. Б. 诺维茨基 (1982) 研究了两行和三行护牧林带的作用时指出: 它们可以降低风速, 增加积雪厚度及可在冬季提高气温, 减少蒸发量, 增加牧草产量^[6]。萧龙山 (1984) 指出: 内蒙古乌兰察布盟在干旱草原边缘营造的护林带背风面树高 25 倍范围内平均降低风速 34.1%, 提高空气湿度 3.2%~13.8%, 旱季土壤含水率比空旷地增加 22.4%~83.5%, 5cm~20cm 处土壤温度提高 0.7℃, 盛夏降温 0.4℃, 平均增产旱作饲料 34.7%~64.3%^[39]。

前苏联在 60 年代曾进行了农田、牧场防护林对积雪影响的研究^[51], 认为通风结构林带附近积雪较为均匀, 1H (H 代表树高, 下同) 处积雪比其它结构林带的要厚, 即有效积雪距离长; 营造 3~5 行, 行距为 2.5m~2.7m, 林带间宽度为 300m~400m, 疏透度为 0.5~0.6 的林带, 不仅积雪厚度最大, 而且在网格呈均匀分布^[52]。吴德东等 (2000) 研究了草牧场防护林对积雪厚度的影响, 所得的结论是: 不同类型的草牧场防护林在不同树高倍处积雪的厚度有明显的差异, 群团状防护林最后, 片状饲料防护林次之, 带状防护林最薄, 并且背风面有效积雪距离大于迎风面。林带背风面有效积雪距离是: 带状防护林为 15H, 群团状防护林为 25H, 片状饲料防护林为 15H; 林带迎风面有效积雪距离是: 带状防护林为 5H, 群团状防护林为 15H, 片状饲料防护林为 10H^[24]。向开馥等 (1989) 通过对内蒙古哲里木盟低地草甸草场上四年生通风结构林带的测定结果证实, 草牧场防护林在牧草生长期具有显著降低网内风速的空气动力效应。林内和林带背风面的 1H、5H、10H 四个点风速显著降低, 林带对其逆风面 5H 范围以内也有较好的降低风速的效应, 相对风速小于 0.77。在林带附近风速值总的分布规律是各点风速值与距林带距离呈正相关。测点位置与对照风速显著的交互负效应表明, 随着旷野风速的增大, 越靠近林带, 林带降低风速的值越大。旷野风速越大, 林带降低风速的绝对值越大。在林内, 1H、5H 三个

点这种效能最明显, 可使 6 级风速降低 3m/s。林带全叶期疏透度为 0.53 的通风结构林带与风向交角约在 50°~75° 范围内时, 林带的背风面风速降低的效能最佳, 所以, 在营造疏透度为 0.53 左右的通风结构林带时, 林带走向与频率最大的主害风向夹角约 60° 较合适^[12]。四年生白城杨草牧场防护林带具有提高林网内绝对湿度和相对湿度的水文效应, 网内绝对湿度日均值提高 0.179hpa, 相对湿度日均值增加 1.24%。林带可降低网内空气湿度饱和差 0.507hpa。网内空气湿度饱和差与风速之积越靠近林带越小, 且平均低于对照点 9.82hpa·m/s。林带具有降低网内自由水面物理蒸发的水文效应, 由此可推断林带具有减少可能蒸腾蒸发和实际蒸腾量中无效蒸发的功能。在牧草生长期, 林带防护范围内的自由水面物理蒸发平均降低 1.005mm/d, 相当于降低无效蒸发 10.95kg/hm²·d⁻¹, 在 1、6、7、8 四个月共节水 1236.15 kg/hm²^[13]。陈焚 (1985) 认为, 在有防护林的牧场内空气涡流变换不大, 而地表湿润的空气保持较久, 因为这里的风速减少 20~70%; 春季空气相对湿度比无防护林牧场高 4.7%~12.4%, 由于林带通风系数的关系水分消耗要减少 4.5mm~22.7mm。风速的降低和空气相对湿度的提高, 大大减少了林带内牧场的蒸发量^[6]。宫伟光等 (1989) 认为, 草牧场防护林在不同的垂直梯度、不同倍树高处其防护效能不同。防护效能最大值出现在 0.2m 高度上, 但最长有效防护距离是在 2m 高度上, 4m 高度上降低风速和有效防护距离的范围都较差。在林网内不同倍树高处, 各梯度风速值与旷野风速相关紧密。在不同的物候期, 林带的防风效能不同。最佳防护期出现在展叶盛期。但在不同的梯度和不同倍树高处是有差异的^[8]。

周新华 (1989) 研究了内蒙古哲里木盟开鲁县具有通风结构的四年生白城杨草牧场防护林的热力效益后指出, 在牧草生长季, 林带具有降低网内总辐射量、直接辐射量、散射辐射量和反射辐射量的作用, 在网内, 它们的日总量分别低于对照点的 0.7431MJ/d、0.3988MJ/d、0.3375MJ/d、0.4398MJ/d。在 8:00~14:00 间, 林带降低网内辐射各分量效应较大。在牧草生长季, 林带对网内地表温度的影响大于对气温的影响效应。草牧场防护林带具有降低网内地面最高温度和空气最高温度, 提高网内地面最低温度和空气最低温度, 缩小气温和土壤温度日较差的效应。林带具有增加 1H 测点有效辐射量,

降低 5H ~ 15H 范围内有效辐射量, 减少 1H 测点净辐射量, 提高 5H ~ 15H 范围内净辐射量的效应。在 1H 处有效辐射日总量比对照点高 $0.0920 \text{ MJ/d} \cdot \text{m}^{-2}$, 在 5H ~ 15H 范围内比对照低 $0.2228 \text{ MJ/d} \cdot \text{m}^{-2}$ 。在 1H 处净辐射日总量比对照低 $0.9628 \text{ MJ/d} \cdot \text{m}^{-2}$, 在 5H ~ 15H 范围内比对照高 $0.0304 \text{ MJ/d} \cdot \text{m}^{-2}$, 因而草牧场防护林带为网内初级生产力提高提供了能量基础^[17]。

近年来, 我国的一些高等院校和科研院所对草牧场防护林的生态效益进行了研究。刁鸣军(1985)、张宏思(1988)、杜秀贤(1989)、陈永利(1982)、朱廷曜(1981)、周景荣(1988)、孙祥(1985)、姜凤歧(1985, 1988, 1990)、向开馥(1989)、周新华(1989)、宫伟光(1989, 1997)、侯振伟(1994)、吴德东(2000)、李会科(1995, 2000)、刘广菊(2000)、和张启昌(1989, 1994)等都先后对草牧场防护林的防护效益进行了报道^[7~24]。研究结果表明: 草牧场防护林具有显著降低林网内风速的空气动力效应, 提高林网内空气绝对湿度和相对湿度的水文效益以及在牧场生长季降低各种辐射的热力效应。

2 草牧场防护林改良土壤效益的研究

苏联克列京宁对阿尔泰地区草原防护林带的土壤改良作用进行了研究^[25]。结果表明: 在林带 27 年的影响下, 菜园草原土壤形态发生明显的变化, 形成 0cm ~ 2cm 有机质层, 积累了 5cm ~ 20cm 风成沉积物, A+B1 层厚度增加了 4cm ~ 12cm, 碳酸盐泡沫反应的深度下降 8cm ~ 16cm, 与无林带保护的风蚀土壤相比, 有林带保护的 A 层机械组成要粘一些。在林带的作用下, 土壤的形成作用加强, 水稳性团粒结构的数量提高 1.5 ~ 2 倍, 土壤容重减小, 土壤肥力得到提高。同时由于林带改变了土壤的水分状况, 因而促进土壤脱盐, 防止土壤盐渍化。B. M. Ивонин (1989) 研究了草原区人工林的作用, 结果表明草原区人工林水土保持的作用取决于林冠下土壤表层 (0cm ~ 20cm) 的理化性质及森林枯落层的状况等综合因素。在良好的立地条件下, 生长的阔叶林由于地表枯落物积蓄多, 土壤形成团粒结构, 保水作用大。

赤峰市林业科学研究所与巴林右旗短角牛场(1983, 1985)的研究表明: 草牧场防护林防护区(林网内)细沙、粉沙的含量分别为 95.11%、89.76%, 非防护区(旷野)细沙、粉沙的含量分别为 84.3%、

89%。细沙、粉沙的含量防护区较非防护区平均高 6.68%。据研究, 草牧场防护林对降低土壤容重、增加土壤孔隙度、促使土壤团粒结构的形成、改善土壤理化性质、提高土壤肥力等方面具有较显著的作用^[26]。

张宏思(1988)在“风沙干旱地区营林效益的试验研究”一文中指出, 在风沙干旱地区营造防护林后, 由于在林网内削弱了风速, 增加了空气湿度, 降低了土壤温度, 减少地表水分大量的蒸腾流失, 必然使土壤含水率有所提高^[34]。胡嘉良(1992)对 12 条平行林带对东北西部风沙草原开垦后的防风蚀连续效应进行了研究。结果表明, 平行林带明显具有防止开垦后草原土壤风蚀的效应^[29]。李会科等(2000)对榆林风沙区牧场防护林生态经济效益进行了调查。李会科认为营造牧场防护林后, 由于林带削弱风速, 控制风蚀, 减少了草地土壤养分的无效输出, 使有机质等营养物质稳定在草地系统中, 同时防护林还可使随风挟带漂移的细粒, 养分截留沉降在其防护区域内, 因此能有效改善草地土壤结构, 增加营养物质。林网保护的草地比无林网保护的草地中沙比重下降了 21.89%, 而粉沙比重比无林网保护的草地增加了 3.7 倍, 土壤有机质提高了 46.15%, 土壤机械组成的改变即有机质含量的提高, 标志草场肥力的改善和提高, 从而为草场植被发育创造了好的土壤环境, 抑制草场退化和沙化^[21]。

张启昌(1989)、张国珍(1992)等均对草牧场防护林对土壤改良的效应进行了研究^[1~3, 16, 17, 21, 27~33], 说明草牧场防护林可以防止风蚀、提高土壤含水率和地表温度等作用。由此可见, 草牧场防护林对改善防护林区土壤的理化性质以及提高土壤肥力等方面具有较显著的作用, 为草场和畜群创造了良好的气象和土壤环境, 必将促进牧草和畜群的生长与发育。

3 草牧场防护林生物效益的研究

3.1 草牧场防护林对牧草的影响

国内外关于草牧场防护林生物效益的研究报道较多。主要集中在两个方面: 第一是草牧场防护林对牧草产量和质量的影响; 第二是草牧场防护林对牲畜和野生动物的存活和生长的影响。由于草牧场防护林能提高土壤的温度和空气的湿度, 降低风速, 减少蒸发和蒸腾, 控制土壤风蚀, 改良土壤结构, 改善了其防护区域的微气候条件, 从而促进了牧草的

生长和发育, 提高了牧草的质量。B. C. кавецкин (1987) 和前苏联农林科研单位 (1984) 对营造防护林提高牧草产量作了报道^[1]。前苏联哈萨克斯坦有天然牧场 1.825 亿 hm^2 。牧场产草量一般低于 $300\text{kg}/\text{hm}^2 \sim 400\text{kg}/\text{hm}^2$ 且不稳定, 沙地产草量为 $100\text{kg}/\text{hm}^2 \sim 200\text{kg}/\text{hm}^2$ 。哈萨克林业及防护林研究所从 1961 年开始研究在半荒漠区营造防护林对改良草场及提高产量的作用。到 1967 年用胡颓子和榆树营造的牧场防护林面积达 76.4hm^2 。近 30a 的经验表明, 营造防护林可显著改变当地植物区系组成, 提高天然牧场 1.6~2.4 倍。用伏地蕨草和驼绒蒿建成的草牧场在防护林的作用下产量可提高 5~6 倍。由 2~3 行林带组成的林网, 保护牧场效果最好。国内这方面的报道也较多, 如陈永利 (1982) 研究得出: 在 14m、25m 和 44m 三个宽度的打草场的防护林中产草量最高的是间距为 44m 的林带。吴德东 (1989) 报道, 有防护林保护的草场比天然草场植物群落占绝对优势。李会科等 (2000) 的研究结果表明, 营造牧场防护林后, 由于减轻了灾害性天气的危害, 改善了小气候, 控制土壤风蚀, 改良土壤结构, 因而促进牧草的生长发育。在林网保护下, 草地产量、草群高度、草群密度明显提高, 而且家畜喜食的禾本科草类显著增加, 平均每公顷产草量提高 360.9kg , 牧草高度和密度分别增加了 11.56cm 和 23.36 株/ m^2 , 优良牧草的占有率提高了 4.67%, 因此草地生产力得到较大的提高, 而且草质得到改善^[2]。朱廷曜 (1989)、周景荣 (1988)、张宏思 (1988)、刁鸣军 (1985)、孙祥 (1985)、姜凤歧 (1983, 1985, 1990)、杜秀贤 (1989) 等均对草牧场防护林提高牧草产量作了报道^[9~11, 18 21, 27, 33, 34]。吴德东等研究了草牧场防护林提高牧草产量的生理基础^[35]。

关于草牧场防护林改善牧草质量的报道较少。据国外资料介绍, 在牧区营造护牧林可使牧草增产 40%~50%, 草的质量提高。牧草中可供消化的蛋白质和胡萝卜素的含量增加两倍, 脂肪、淀粉和糖的含量增加 2%~3%。结果使乳肉产品提高 10%~18%, 子畜成活率和保存率提高 8%~15%, 剪毛量提高 7%~12%。周新华 (1990) 介绍了草牧场防护林对牧草质量和提高草场生产力的作用。作者在分析了草场土壤背景值的基础上, 分别对牧草营养期和绿果期, 用牧草营养物质含量和能量指标评价了 4a 生白城杨林带对几种主要牧草质量的影响。用牧草生物量和单位面积能量评价林带对草场生产力

的影响。结果表明: 营养期的牧草磷和粗蛋白含量分别提高 0.012% 和 1.365%, 无氮浸出物含量降低 2.025%, 牧场质量得到改善; 草场生物量和能量分别增加 $131.5\text{kg}/\text{hm}^2$ 和 $741.4\text{MJ}/\text{hm}^2$, 提高了草场生产力^[16]。刁鸣军 (1985) 的研究结果表明: 草牧场防护林庇护下的牧草营养成分较高, 牲畜喜食的禾本科、豆科牧草所占比重提高 53.3%^[33]。一些草牧场防护林的造林树种本身也含有丰富的营养成分, 可作为枯草期的补充饲料, 向开馥 (1980)、张瑞林 (1983) 和李会科 (1995, 2000) 分别对此作了报道^[20 21, 36 37]。由此可见, 草牧场防护林在促进牧草生长和改善牧草质量上作用较为明显。

3.2 草牧场防护林对牲畜和野生动物的影响

实践经验证明, 草原区影响畜牧业发展的主要原因是牲畜病多、饲草不足和生态环境恶劣。在夏季, 高温使牲畜散热受到抑制, 导致皮肤毛细管扩张, 呼吸加快, 不愿吃草。在冬季, 低温使牲畜消耗大量体内热能, 导致掉膘。在草原营造草牧场防护林后, 不仅使防护林内植物的种类、数量和质量发生变化, 而且极大地改善了动物和微生物种群的生存条件, 减轻各种灾害性天气对牲畜的危害, 为牲畜提供躲避大风、酷热和暴晒等庇护所, 减少疾病发生, 提高牲畜的体质。

G. Alexander 等 (1980) 详细报道了草牧场防护林对牲畜和野生动物生长和生存的影响。他认为草牧场防护林是羊羔死亡率降低的原因^[38]。美国西部大平原北达科他州冬春季有乔、灌木林保护的乳牛的奶产量比无林保护的提高 16%。苏联伏尔加河左岸百蒿荒漠草原上林带的产草量比无林地草原提高 1 倍, 羊的剪毛量增加 12%, 而饲料消耗却降低 10%^[39]。据卡夏诺夫 (Ф. М. Касьянов, 1968) 介绍, 苏联里海沿岸地区营造牧场防护林 40a 的历史经验表明, 营造牧场防护林和动物歇息场所的防护林可提高载畜量 15%~20%, 增加产肉量 12%~18%, 提高幼畜成活率和保存率 10%~15%, 提高绵羊剪毛量 9%~12%^[40]。

英国 J. M. Caborn 在 *Shelterbelts and Windbreaks* (1965) 一书的“防护林与牲畜”一章中介绍了英国、美国等国家的研究情况, 论述了牧场防护林在节约饲料、多产草、多长肉、少罹病、延长放牧期等方面的作用^[25 41]。美国也有关于草牧场防护林能减少冬季寒风和夏季烈日对牲畜的危害、保护草场、提高牲畜进食率、降低死亡率和改善卫生状况等方面的介

绍^[42]。

一些学者还进一步研究了草牧场防护林对动物生理活动的影响, J. P. Mittal 和 Shivpurosd (1990) 研究了在高温炎热的印度沙漠地区草牧场防护林对牛群的生理活动的影响。结果表明: 在草牧场防护林庇护下的两组牛群其体温、脉搏、心率的波动差值均低于无林保护的对照组, 其原因在于防护林使牛群避免了热风和阳光辐射的伤害。中国科学院内蒙古宁夏综合考察队也提出了植树后降温对乳牛生理的影响。研究结果表明: 缺少防护林, 能促使牲畜发病率和死亡率增加^[43]。刘淑玲等对沙地草牧场防护林对牲畜的影响进行了报道 (1997)。她指出: 有林草场试验幼羊生长状况和天然草场试验幼羊具有显著差异, 说明营造草牧场防护林, 不仅改善了天然草场的微域气候条件, 而且增加了牧草的种类和牧草产量, 为试验幼羊提供了良好的生活环境, 能够显著提高幼羊当年生产效率^[44]。有林草场采食率高于无林草场 10.52%, 绵羊采食后牧草恢复时间比无林草场提前 2~4d, 有林草场比无林草场载畜量增加 1 倍多, 5~7 月有林草场放牧羊平均增重比无林草场高 0.65kg, 7~9 月高 0.85kg^[45, 46]。

近年来, 国家“八五”重点科技攻关项目“草牧场防护林营建技术”课题组的学者们也研究了草牧场防护林的牲畜效应。结果表明: 试验性羊群比对照区体重增加 21.0%, 保胎率达 100%, 载畜量提高 24.3%。该项研究填补了我国在该领域的空白。

4 草牧场防护林经济效益和社会效益的研究

草牧场防护林由于具有改善牧场微气候, 减免自然灾害的侵袭, 提高草场和畜群生产力的功能, 因此产生了十分显著的经济和社会效益。关于草牧场防护林的社会效益, 前苏联的 Л. б. е[б]акоба (1985) 在《防护林社会效益的评价》一书中作了较为详尽的报道。杜秀贤 (1989) 的研究证实了 11a 的林带产量可使经济效益提高两倍。赤峰市林业研究所在“牧场防护林营造技术及效益的研究”一文中指出: 由于牧场防护林的防护效益, 牧草和饲料的增收增产而获益 90 万元, 截止 1984—03, 活立木蓄积价值 233.5 万元, 经济效益达 323 万元。李会科 (2000) 在报道榆林风沙区牧场防护林生态经济效益时指出: 林网保护下的牲畜生病率为 1%~6%, 而无林草地平均高达 16.2%, 绵羊的产羔率达 30%, 产毛量增加

10%~11%, 重量增加 13%~15%。如果每只羊平均增重 1kg 肉, 每公斤肉按 10 元计算, 则整个榆林风沙区营造草牧场防护林后增收 1 412 万元^[21]。国家“八五”科技攻关“草牧场防护林营建技术”的研究结果表明: 在试验示范区内各种类型草牧场防护林庇护下, 草牧场鲜草平均增产 29.1%, 干草平均增产 21.4%, 相当于载畜量增加 20%~30%。1991~1995 年, 在杜尔伯特蒙古族自治县推广草牧场防护林面积 5 000hm², 共创产值 354.2 万元, 经济效益极其显著。戴玉玮和章中等也对草牧场防护林的经济效益进行了报道^[47, 48]。

综上所述, 草牧场防护林的营造不仅改善了草原的小气候, 促进植物的生长发育, 抑制草地退化和沙化, 增加载畜量, 而且提高了草牧场的抗灾能力, 促进了畜牧业的稳产高产, 改善了牧民的生活和生产条件, 取得良好的经济效益和社会效益。

以往对草牧场防护林效益的研究主要是从单一学科的角度探讨气象效益、土壤效益和生物效益的某一方面, 缺乏从多学科的角度对草牧场防护林综合效益的研究。“七五”和“八五”期间, 半干旱风沙草原区防护林体系综合效益课题组和草牧场防护林营建技术和效益课题组的科技人员和专家学者突破了过去的研究局限, 把草牧场防护林的生物效益、环境效益或生态效益 (气象效益和土壤效益)、经济效益融为一体, 进行综合的观测试验和分析研究, 涉及学科面广, 学科间的联系密切。同时在研究方法上作了重大改进, 不在采用过去那种流动的、间断的、无统一标准的观测方法, 而代之以同步、定位、连续的系统观测, 严格按林业气象标准进行, 并且对牧草效益评价不但纳入了质量因子的多少, 而且把质量因子转换成为能量因子来说明草牧场防护林对牧草质量的影响, 这在国内外尚属首创。

总之, 过去国内外对草牧场防护林效益的研究主要偏重于气象效益^[8, 12, 14, 15, 17~23, 26, 27, 30, 33, 34, 41]、土壤效益^[13, 14, 20~22, 24, 26, 30, 31, 48]、生物效益^[7, 11, 15, 16, 33, 38, 41, 43~48]和经济效益^[20, 21, 47]的宏观方面, 对草牧场防护林微观效益的研究极为缺乏。对草牧场防护林宏观效益的某一方面研究较多^[7, 8, 11~24, 26~30, 31, 33, 34, 38, 41, 43~48], 而对将草牧场防护林纳入由牲畜群、草牧场、草牧场防护林组成的完整的草原生态经济系统中进行系统的综合研究报道较少^[20, 21], 还需今后进一步加强。笔者认为, 随着科学技术的发展和整个防护林科学研究的深入, 把

草场、畜群、生物、人类以及草牧场防护林作为一个完整的草原生态经济系统, 从宏观的角度运用生态学、防护林学和测树学等的理论和方法, 研究其物质循环、能量流动和信息传递的时机已经成熟。同时从微观的角度, 运用生理生态学、微生物学、酶学和动物生理学等的理论研究草牧场防护林对牧草生理指标和生理过程(气孔导度、叶面积指数、光合、呼吸、蒸腾、蛋白质合成和脂肪酸代谢等)和动物生理活动以及生理过程(心率、呼吸次数、血压、蛋白质合成等)的影响; 对土壤微生物种类、数量、分布和活动强度以及土壤酶的种类和活性等的影响; 对根系的分布、生长、生物量和生产力的影响, 也将是草牧场防护林效益研究的发展趋势。为了优化草牧场防护林的结构和模式, 提高其在草原生态系统中的综合作用, 从宏观和微观相结合的角度与生态效益、社会效益和经济效益相结合的层面, 对现有各种类型草牧场防护林的效益进行综合评价也是今后的一个发展方向^[49, 50]。

参考文献:

- [1] 王礼先. 营造防护林提高牧草产量[J]. 林业文摘, 1988 (4): 66.
- [2] 闻大中. 防护林对湍流交换和微气候的影响[J]. 国外林业文摘, 1990 (1): 49.
- [3] 闻大中. 林带结构对气流的影响[J]. 国外林业文摘, 1990 (1): 49.
- [4] Bates E M, Phillips R L. Effect of a solid windbreak in a cattle-feeding area. *Org. Agric. Exp. Sm. Bull.* 1980, 646, 9pp.
- [5] Bond T E, Laster D B. Influence of windbreaks on feedlot cattle in the midwest. *Trans. A. S. A. E.* 1974, 17: 505 ~ 507, 512.
- [6] 陈焚. 牧场防护林带间对水分保存作用[J]. 内蒙古林业科技, 1985 (4): 46 ~ 48.
- [7] 陈永利. 草牧场防护林对产草量的影响初报[J]. 内蒙古林业科技, 1982 (3): 41 ~ 44.
- [8] 宫伟光. 防风效益的研究——沙地草牧场防护林效益研究[A]. 见: 向开馥. 东北西部内蒙古东部防护林研究(第一集)[C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1989.
- [9] 姜凤歧. 灌丛在“三北”防护林体系中的效益评价[J]. 生态学杂志, 1988 7(3): 7 ~ 11.
- [10] 姜凤歧. 灌丛在防护林体系中效益评价及其改造利用途径研究[A]. 见: 曹新孙. 内蒙古东部地区风沙干旱综合治理研究(第二集)[C]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [11] 孙祥. 关于林草间作的研究[J]. 林业科技通讯, 1985 (1): 20 ~ 23.
- [12] 向开馥, 周新华. 林带空气动力效应分析——草牧场防护林效益研究之一[A]. 见: 向开馥. 东北西部内蒙古东部防护林研究(第一集)[C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1989.
- [13] 向开馥, 周新华. 林带水文效益分析——草牧场防护林效益分析之二[A]. 见: 向开馥. 东北西部内蒙古东部防护林研究(第一集)[C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1989.
- [14] 张启昌. 奈曼旗沙地草牧场防护林效益初报[A]. 见: 向开馥. 东北西部内蒙古东部防护林研究(第一集)[C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1989.
- [15] 周景荣. 白音花沙地草牧场防护林效益研究初报[A]. 见: 向开馥. 东北西部内蒙古东部防护林研究(第一集)[C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1989.
- [16] 周新华. 草牧场防护林对牧草质量和草场生产力影响的评价[J]. 东北林业大学学报, 1990, 18(5): 28 ~ 37.
- [17] 周新华. 林带热力效应分析[A]. 见: 向开馥. 东北西部内蒙古东部防护林研究(第一集)[C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1989.
- [18] 朱廷曜. 白音他拉草场林带的防护效益[A]. 见: 中国林学会林业气象专业委员会, 中国气象学会农业气象专业委员会. 中国林业气象文集[C]. 北京: 气象出版社, 1989.
- [19] 候振伟, 刘旭平, 薛洁. 草牧场防护林对风速和湿度的影响[J]. 林业科技, 1994, 19(4): 17 ~ 21.
- [20] 李会科, 薛智德, 廖超英, 等. 毛乌素沙区牧场防护林效益的研究[J]. 水土保持研究, 1995, 2(2): 136 ~ 140.
- [21] 李会科, 王忠林. 榆林风沙区牧场防护林生态经济效益调查[J]. 陕西林业科技, 2000, (2): 3 ~ 6, 45.
- [22] 张启昌, 郝广明, 宋广志, 等. 沙地草牧场防护林效益的综合研究[J]. 吉林林学院学报, 1994, 10(4): 55 ~ 60.
- [23] 刘广菊, 胡光, 曲海红. 半干旱风沙区疏林式草牧场防护林气象效应[J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(5): 83 ~ 86.
- [24] 吴德东, 袁春良, 吕明海, 等. 草牧场防护林对积雪的影响[J]. 林业科学研究, 2000 13(3): 328 ~ 332.
- [25] 李霆. 国外防护林研究动态[A]. 中国林业科学研究院科技情报研究所编译. 国外农田防护林[C]. 北京: 中国林业出版社, 1979.
- [26] 贾洪久. 黑龙江省松嫩平原草牧场防护林体系建设的技术调查报告[A]. 见: 安徽省亳州市森林经理学术交流会森林经理文集[C]. 北京: 中国林业出版社, 1988.
- [27] 杜秀贤. 内蒙古草牧场防护林气象效益研究[A]. 见: 中国林学会林业气象专业委员会, 中国气象学会农业气象专业委员会. 中国林业气象文集[C]. 北京: 气象出版社, 1989.
- [28] 宫伟光, 等. 沙地草牧场防护林营建技术研究(I)[A]. 见: 向开馥. 东北西部内蒙古东部防护林研究(第二集)[C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1993.
- [29] 胡嘉良. 林带对东北西部风沙草原区开垦后的防风蚀连续效应[A]. 见: 向开馥. 东北西部内蒙古东部防护林研究(第二集)[C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1992.
- [30] 王礼先. 印度干旱地区牧场防护林[J]. 林业文摘, 1988 (4): 65.
- [31] 闻大中. 西澳大利亚的牧场、牲畜和稀疏的松树相结合[J]. 国外林业文摘, 1989 (5): 29.
- [32] 张国珍, 王庆成. 防护林区域性土壤效益的初步研究[A]. 见: 向开馥. 东北西部内蒙古东部防护林研究(第二集)[C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1992.
- [33] 刁鸣军. 放牧场疏林的营造形式及其效益浅析[J]. 内蒙古林业科技, 1983, (1): 34 ~ 37, 50.
- [34] 张宏思. 风沙干旱地区营林效益的试验研究[J]. 干旱地区农业研究, 1988, (3): 76 ~ 82.

- [35] 吴德东, 周景荣. 草牧场防护林对碱草、兴安胡枝子蒸腾效率的影响[J]. 辽宁林业科技, 1994, (2): 22~23.
- [36] 向开馥, 石家琛. 东北西部半干旱地区牧区防护林若干问题的探讨[J]. 东北林学院学报, 1980, (1): 18~25.
- [37] 向开馥. 防护林学[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1991.
- [38] Alexander G, Lynch J J, Mottershead B E. et al. Reduction in lamb mortality by means of grass windbreaks ~ results of a five year study[J]. Appl. Anni. Ethol., 1980, (5): 51~69.
- [39] 萧龙山. "牧场防护林" 词条. 中国农业百科全书林业卷(上). 北京: 农业出版社, 1984.
- [40] 陶大立. 牧场防护林、疏林草场和三度林业(文献述评)[A]. 见: 曹新孙. 内蒙古东部地区风沙干旱综合治理研究(第一集)[C]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1984 261~265.
- [41] Cabom J M. Shelterbelt and Windbreak[M]. London: The Bowering Press Plymouth, 1965, 85~100.
- [42] 张河辉, 赵宗哲(编译). 美国防护林发展概况[J]. 国外林业, 1990 (1): 1~4.
- [43] 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古自治区及东北西部地区林业[M]. 北京: 科学出版社, 1981.
- [44] 刘淑玲, 吴德东, 孙晓晖, 等. 草牧场防护林对幼羊生长的影响[J]. 防护林科技, 1997 (2): 9 10, 58.
- [45] 刘淑玲, 吴德东. 沙地草牧场防护林对发展畜牧业的影响[J]. 辽宁林业科技, 1997 (1): 49~52.
- [46] 刘淑玲, 吴德东, 周景荣, 等. 草牧场防护林放牧功能[J]. 东北林业大学学报, 1997 25(3): 38~44.
- [47] 戴玉玮, 闫伟波, 石才等. 草牧场防护林立体开发模式经济效益研究[J]. 防护林科技, 1997, (3): 7~10.
- [48] 章中, 王晓江, 赵文义, 等. 荒漠草原牧场防护林营造及提高草场生产力的研究[J]. 内蒙古林业科技, 1994, (3): 1~9.
- [49] 周凤艳, 雷泽勇, 周景荣, 等. 科尔沁沙地草牧场防护林效益分析[J]. 林业科学, 1998, 34(3): 125~130.
- [50] 宫伟光, 向开馥, 王明忠, 等. 防护林体系区域性生态效益的评价[J]. 东北林业大学学报, 1997, 25(1): 4~7.
- [51] 中国林业科学研究院科技信息研究所. 国外林业文摘[J], 1987, (5): 54.
- [52] 曹新孙. 农田防护林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1983.

A Study on the Synthetic Effect of Pastureland Shelterbelt

DUAN Wen-biao, CHEN Li-xin and ZHAO Yu-shen

(Faculty of Forestry Resources and Environment, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang 150040 China)

Abstract: Pastureland shelterbelt is a special kind of protective plantation. Its establishment is for improving the microclimate, increasing the forage grass yield and the quality on the pastureland, raising its carrying capacity and its productivity as well as its stability of grassland eco-economic systems. Because of its several function and effect, it is paid to more attention. This paper synthetically summaries its meteorological effect, its soil improvement effect, its living thing effect, economical effect and social effect, puts forward development tendency of pastureland shelterbelt researches in the future on the basis of consulting a large number of Chinese and foreign references. Author thinks that the opportunity is mature for studying material circulation, energy flow and information flow of the complete grassland ecological economy system, including pasture, livestock, human beings and pastureland shelterbelts by use of the theories and methods on ecology, shelterbelt science and so on. Meanwhile, the influences of pastureland shelterbelts on herbage physiological indices and physiological processes, animal physiological activities and physiological processes, the influences of pastureland shelterbelts on microbe kinds, quantity, distribution law and activity intensity, enzyme kinds and activeness of soil, the influences of pastureland shelterbelts on the distribution, growth, biomasses and productivity of root systems will be the research tendency of pastureland shelterbelts effect in the future by way of physiological ecology, microbial science, zymology and plant physiology. From the macroscopic point and the microscopic combination point of view, the comprehensive effect evaluation for all types of pastureland shelterbelt, including ecological effect, economical effect, and social effect will also be research direction in the days to come.

Key words: pastureland shelterbelts; meteorological effect; soil improvement effect; living thing effect; economical effect; social effect