

三北防护林体系建设前后华北 春季生态环境对比^①

钟 中^②

(南京大学大气科学系, 南京 210093)

王汉杰

(大气边界层生态环境研究中心, 南京 211101)

提 要

利用三北防护林体系建设前后华北地区长期定点观测资料, 对该地区春季生态环境的变化进行了对比分析。分析表明, 防护林体系建设以后, 除日照有所减少、温度日较差减小对春季农作物生长有一些不利影响外, 其它生态环境因子都是向着有利于作物生长和改善生存环境方向变化的。

关键词: 生态环境 三北防护林 作物生长

引 言

华北地区地处极地大陆冷气团源地的南缘, 是大陆性气候区, 位于北方冷空气南下的盛行通道上, 该地区降水量偏少, 一般生长季降水量只有 200~400 mm, 春季多大风, 平均风速为 $3\sim 5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 最大风速达 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上, 个别地区可达 $30\sim 40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。因此, 该地区春季常出现冷害、干旱、大风和风沙等自然灾害, 不利于春季作物生长。为改善中国北方的生态环境, 1978 年, 中国政府决定建设三北防护林体系, 它东起黑龙江省宾县, 西至新疆乌孜别里山口, 东西长 4480km, 南北宽 560~1460km, 横跨 13 个省的 551 个县, 总体规划用 73 年时间(1978~2050 年), 分三个阶段进行实施。预计到 2050 年, 三北地区森林覆盖率将提高到 15%, 生态经济效益累计可达 1.3 万亿元。到 1993 年底, 共完成人工造林 $13.33\times 10^4\text{km}^2$, 封山封沙育林、飞机播种造林 $6.6\times 10^4\text{km}^2$, 零星植树 55 亿株, 加上原有天然林和人工林, 三北

地区现在共有森林面积 $37\times 10^4\text{km}^2$ 左右, 森林覆盖率提高了 4%, 在国际上被誉为“世界生态工程之最”、“中国绿色万里长城”。1987 年, 被联合国环境规划署授予“全球环境保护 500 佳”称号。三北防护林体系基本建成以来, 已在农田防护, 水土保持, 草牧场防护, 防风固沙, 改善气候等方面表现出巨大的生态效益, 并产生巨大的经济效益和社会效益^[1]。

本文以华北及周围地区部分有长期定时定点观测站资料为依据, 分析华北及其周围地区在防护林体系建设前后生态环境的变化, 揭示防护林体系对生态环境的影响。

1 资料选取和处理方法

为突出防护林体系建设前后生态环境的差异, 并考虑到资料年代的限制, 将 1971~1978 年作为防护林建设前, 1981~1988 年作为防护林一期工程基本建成后, 而防护林大规模建设的 1979~1981 年作为过渡时期, 防护林的作用还没明显表现出来, 未予考虑。所用资料取自《中国地面气象记录年报》, 所选

① 国家自然科学基金项目(49975016)资助。

② 现在工作单位: 大气边界层生态环境研究中心, 南京 003 信箱, 211101

择的华北及其周围地区 8 个有代表性观测站点的基本地理概况如表 1 所示。

表 1 观测站地理概况

站名	经度/°E	纬度/N	海拔高度/m
承德	117°56'	40°58'	377.2
天津	117°10'	39°06'	3.3
多伦	116°28'	42°11'	1245.4
怀来	115°30'	40°24'	536.8
石家庄	114°25'	38°02'	81.0
大同	113°20'	40°06'	1067.2
榆林	109°42'	38°14'	1057.5
银川	106°13'	38°29'	1111.4

将各观测站在防护林体系建设前后每年 4、5、6 三个月(代表春季)环境因子的平均值逐个计算,通过比较可以得到防护林建设前后环境的变化情况。计算和分析的环境因子

表 2 防护林建造前后春季平均温度及其差值

站名	平均温度/°C			最低温度/°C			最高温度/°C		
	造林前	造林后	差值	造林前	造林后	差值	造林前	造林后	差值
承德	17.7	18.0	0.3	10.9	11.3	0.4	24.3	24.7	0.4
天津	19.4	19.9	0.5	14.1	15.0	0.9	25.5	25.6	0.1
多伦	10.7	11.2	0.5	3.0	4.1	1.1	18.1	18.3	0.2
怀来	17.4	17.9	0.5	10.3	11.2	0.9	24.5	25.1	0.6
石家庄	20.6	20.7	0.1	13.9	14.6	0.7	27.0	26.9	-0.1
大同	14.7	15.3	0.6	7.4	7.9	0.5	22.4	22.5	0.1
榆林	16.2	16.3	0.1	8.4	8.9	0.5	23.7	23.5	-0.2
银川	16.4	16.7	0.3	9.0	10.0	1.0	23.7	23.4	-0.3
平均	16.64	17.00	0.36	9.63	10.38	0.75	23.65	23.75	0.10

由表 2 可见,防护林建造后,区域内春季平均温度升高约 0.36°C,较全国平均增温幅度(0.16°C)和全球平均增温幅度(0.20°C)要高,增温现象明显。丁一汇等^[2]和曾昭美等^[3]的研究发现在 80 年代,华北地区平均增温 0.33°C,仅次于东北地区(0.5°C),和我们的计算结果基本一致。平均温度的变化除和防护林工程建设有一定的关系外,全球温度普遍升高也是区域气温升高的带动因素。另一方面,80 年代中国的城市建设速度加快,使得原来处于城郊的观测站也或多或少受城市建设向外扩张的影响,特别是城市的热岛效应极有可能对观测站的温度观测代表性产生不利影响。赵宗慈^[4,5]和陈隆勋^[6]已注意到这个问题,但各种促使温度升高的因素对平均最高气温和最低气温也有相同的作用,而由表 2 可见,平均最高、最低气温在防护林建设

有气温(平均、最低、最高)、相对湿度、云量、日照(时数、百分率)、蒸发量、降水、风速(平均、最大)、天气现象(阴、雨、大风)日数等。防护林建设以前的 8 年环境因子的平均值基本上代表 70 年代中期的状况,防护林建设以后的 8 年环境因子的平均值基本上代表 80 年代中期的状况,防护林建设前后各环境因子平均值之差则在一定程度上还可代表各因子在该 10 年间的变化。

2 对比分析

2.1 春季平均温度和平均最高最低温度

表 2 给出了各个测站在防护林建设前、后累年平均温度、最低温度、最高温度及其差值(造林后减造林前,下同)。

前后的变化是有所不同的,即所谓温度变化的不对称性^[4,7-9],平均最低气温普遍升高,平均达 0.75°C,较气候变化引起的增温大,而最高温度的升高则较平均温度升高量小,且有些地方最高温度是降低的。由此可见,防护林体系建设以后,使温度日较差减小,有利于减轻春季冷害,在平均温度有所上升的同时还减小了平均最高和最低的温差。

2.2 春季平均相对湿度和蒸发量

空气中湿度的变化并不象温度那样在全球有逐渐升高的趋势,因此防护林体系建造前后相对湿度的变化可客观地反映防护林体系的影响。表 3 是防护林体系建造前后各观测站春季平均相对湿度和蒸发量及其差值。由表 3 可见,防护林体系建设后相对湿度都是增加的,平均增加 2%左右,相对增加了 4.3%。每年 4~6 月,华北地区已进入植物生

表3 华北地区春季平均相对湿度和蒸发量

站名	相对湿度/%			蒸发量/mm		
	造林前	造林后	差值	造林前	造林后	差值
承德	45.8	46.5	0.7	243.3	236.4	-6.9
天津	55.1	56.4	1.3	251.9	223.4	-28.5
多伦	47.7	48.4	0.7	289.7	264.5	-25.2
怀来	43.9	45.7	1.8	337.8	291.7	-46.1
石家庄	54.3	57.8	3.5	243.0	200.4	-42.0
大同	41.8	42.2	0.4	323.2	311.6	-11.6
榆林	43.2	47.7	4.5	-	-	-
银川	46.8	49.8	3.0	-	-	-
平均	47.33	49.31	1.98	281.50	254.67	-26.83

长期,和程德昌等^[10]在苏北区域防护林的观测相比较可知,华北地区防护林体系对空气湿度的增湿作用较大,这种增湿作用主要是由防护林蒸腾作用造成的,而一般情况下,小范围防护林内相对湿度只较旷野增加2%~3%^[11]。但平均相对湿度的增加还和平均降雨量有关(见下节)。春季华北地区的蒸发量都是减小的,平均减小26.8mm,相对减小

9.5%左右。蒸发量减小有多种原因,地表土壤湿度减小,近地面空气湿度增加,植被覆盖率增加以及日照时数减少等因素均会导致土壤蒸发减小,从空气湿度、降水量和日照时数(见下节)的观测事实分析来看,日照时数减少以及植被覆盖率增加可能是蒸发量减小的主要原因。下垫面蒸发量减小,有利于土壤水源涵养,从而有利于农作物的生长。在小范围农田防护林区造林前后蒸发量的观测对比分析也一致表明,造林后土壤蒸发量明显减少^[12]。

2.3 春季平均云量和日照

云的存在对环境的最大影响在于白天减少了日照,夜间阻挡地面向上长波辐射,使地面降温减小,同时云还有可能致雨,起到降温增湿作用。表4是造林前后平均云量和日照时数、日照百分率及其差值。

表4 防护林建造前后平均云量、日照时数和日照百分率

站名	云量/成			日照时数/小时			日照百分率/%		
	造林前	造林后	差值	造林前	造林后	差值	造林前	造林后	差值
承德	5.6	5.0	-0.6	285.5	256.7	-28.8	66.4	59.7	-6.7
天津	5.4	5.2	-0.2	262.3	244.8	-17.5	61.3	57.3	-4.0
多伦	5.4	5.1	-0.3	296.1	303.2	7.1	67.9	68.9	+1.0
怀来	5.1	4.9	-0.2	303.3	294.3	-9.0	70.3	68.6	-1.7
石家庄	5.5	5.4	-0.1	280.8	233.8	-47.0	66.1	55.4	-10.7
大同	5.4	5.3	-0.1	273.5	245.8	-27.7	63.5	57.4	-6.1
榆林	5.3	5.2	-0.1	280.2	266.7	-13.5	66.5	62.8	-3.7
银川	5.5	5.6	+0.1	289.9	267.1	-22.8	68.1	62.6	-5.5
平均	5.40	5.21	-0.19	283.95	264.05	-19.90	66.26	61.59	-4.67

由表4可见,防护林建造之后春季平均云量、春季月平均日照时数和日照百分率都有所减少,其中云量减少程度不大,只有3.5%左右,而日照时数和日照百分率均减少约7%左右。一般情况下,天空云量减少则日照时数应有所增加^[13],上述统计结果的一种合理解释则是华北地区春季阴雨日数增加(见下节),因为原始观测资料中阴雨日数和多云或少云日数是分别记录的,两者之间没有交叉,故有上述统计结果。如果只从日照变化的观点来分析,防护林体系建设以后,由于日照减少,反而不利于春季作物的生长,但降水量的增加则有利于作物的生长,因此,生态环境的影响是一个综合性因素,不能仅从一个方面来说明环境的正面或负面影响。

2.4 春季平均降水量和阴雨日数

平均而言,中国的降水在60年代偏少,70年代偏多,80年代偏少^[2],但80年代和70年代比较,华北地区却有所不同。表5是防护林体系建设前后华北地区春季平均降水量和阴、雨日数统计结果。

由表5可见,防护林体系建设以后华北地区降水量、阴雨日数的变化有明显的规律性,即降水增加,春季平均增加94.2mm,相应地雨天的日数平均增加15.1天,阴天日数则平均减少1.8天,平均阴雨总数还是增加的。结合上节云量和日照都有所减少的事实,可以判断防护林体系建设以后,环境状态使云更容易致雨。

表 5 防护林建造前后春季平均降水量和阴天、雨天日数

站名	降水量/mm			阴天数/日			雨天数/日		
	造林前	造林后	差值	造林前	造林后	差值	造林前	造林后	差值
承德	463.9	438.6	-25.3	20.9	16.8	-4.1	23.8	39.1	15.3
天津	369.0	504.0	135.0	20.9	20.5	-0.4	17.9	29.5	11.6
多伦	318.3	382.5	64.2	17.9	16.5	-1.4	22.9	36.9	14.0
怀来	297.7	344.8	47.1	16.5	13.9	-2.6	21.3	39.8	18.5
石家庄	314.5	398.5	83.8	23.3	21.8	-1.5	16.1	32.1	16.0
大同	260.3	367.1	106.7	20.0	18.1	-1.9	20.1	35.9	15.8
榆林	209.3	457.0	247.7	19.4	16.9	-2.5	17.4	31.6	14.2
银川	101.4	197.6	96.2	19.8	19.8	0.0	11.8	26.9	15.1
平均	291.8	386.0	94.2	19.8	18.0	-1.8	18.9	34.0	15.1

森林和降水之间的关系仍是学术界不断争论的问题,这主要是因为目前对全球水循环还不能完全定量描述,并且降水变化还有很强的区域性特征,相同类型和水平范围的森林在不同地区对降水的影响方式和程度均不相同。我们的分析表明,防护林体系建设以后,华北地区降水增加,但降水量增加是否完全是因为防护林体系的效应产生的仍无法定论。降水现象是一个复杂的物理过程,华北地区工业发展加快,空气中污染增多,改变了大气中降水物理过程,也有可能是降水增加的原因之一。

2.5 春季平均风速和大风日数

防护林可以降低风速已是公认的事实,但风速减小的程度除和防护林的结构有关外,和地理位置以及风向、风速的垂直分布等都有关系,建造防护林最初的目的就是为了减小风速,降低灾害性大风的影响,三北防护林体系在此方面的作用是明显的。

表 6 是防护林体系建设前后华北地区春季风速和大风日数统计结果,可见华北地区春季平均风速减小了 $0.5\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,达 15% 以

表 6 防护林建造前后平均风速和大风日数

站名	风速/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$			大风日数/天		
	造林前	造林后	差值	造林前	造林后	差值
承德	2.0	1.4	-0.6	20.9	16.8	-4.1
天津	4.5	2.7	-1.8	20.9	20.5	-0.4
多伦	4.5	4.2	-0.3	17.9	16.5	-1.4
怀来	3.2	2.7	-0.5	16.5	13.9	-2.6
石家庄	2.3	2.2	-0.1	23.3	21.8	-1.5
大同	3.5	3.2	-0.3	20.0	18.1	-1.9
榆林	3.1	2.5	-0.6	19.4	16.9	-2.5
银川	2.3	2.4	0.1	19.8	19.8	0.0
平均	3.18	2.66	-0.52	19.84	18.04	-1.80

上,防护林防风效果是十分显著的;大风的日数(指大于 8 级风出现的日数)也普遍减少,从而减少了灾害性大风和风沙天气出现的可能性,对生存环境和农作物生长都十分有利。

3 结语

通过三北防护林体系建设前后华北及周边地区春季生态环境因子的对比分析,有以下主要结论。

(1)华北地区在防护林体系建设以后,平均温度、最高温度和最低温度的升高都较全国和全球平均值高。防护林使得春季华北地区最低气温有增高趋势,平均最低气温升高 0.75°C ,达到全球平均最高限,而最高温度只略有升高,最高最低气温升高的不对称性很明显。

(2)华北地区阴雨日数增加,降水量相应增加,相对湿度也有所增加,而地表蒸发却明显减少,日照也相对减少。

(3)防护林体系有效地减少了近地面风速,平均减小 15% 以上,大风日数也有所减少,从而减少了春季灾害性大风发生的可能性。

综上所述可见,防护林体系建设以后,除日照有所减少,温度日较差减小,不利农作物生长外,其它环境因子是在向着有利于植物生长和改善生存环境方向变化的。

参考文献

- 1 林业部三北防护林建设局. 中国三北防护林体系建设. 北京: 中国林业出版社, 1992.
- 2 丁一汇, 戴晓苏. 中国近百年来温度的变化. 气象, 1994, 20(12): 19~26.
- 3 曾昭美, 严中伟. 近 40 年中国云量变化的分析. 大气科学, 1993a, 17(6), 688~696.
- 4 赵宗慈. 温度日较差的不对称性研究. 气象科技动态,

- 1994,38~43.
- 5 赵宗慈. 近39年中国的气温变化与城市化影响. 气象, 1991,4:14~17.
- 6 陈隆勋等. 近四十年中国气候变化的初步分析. 应用气象学报,1991,2:164~173.
- 7 Karl, T. R., Kukla, G. et al. Global warming evidence for asymmetric diurnal temperature change. Geophys. Res. Lett., 1991,18:2253-2256.
- 8 Karl, T. R., Jones, P. D., Knight, R. W. et al. A new perspective on recent global warming: asymmetric trends of daily maximum and minimum temperature. Bull. Amer. Meteor. Soc., 1993,74(6):1007-1023.
- 9 翟盘茂,任福民. 中国近四十年最高最低气温变化. 气象学报,1997,55(4):418~429.
- 10 程德昌等. 三北防护林体系对中尺度气候的影响,防护林体系生态效应及边界层物理特征研究(朱廷曜主编). 北京:气象出版社,1992.
- 11 钟中,董婕. 防护林气象效应研究的现状. 气象科技,第4期,1997.
- 12 刘乃壮,刘长民,宋兆民. 农田防护林体系对地方气候影响的研究. 中国林业气象文集,气象出版社,1987:132~124.
- 13 曾昭美,严中伟,章名立. 近40年我国云、日照、温度及日较差的统计. 科学通报,1993b,38(5):440~443.

Contrast Analysis of Ecoenvironment in North China before and after Construction of Three-North Shelterbelts System

Zhong Zhong

(Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University, 210093)

Wang Hanjie

(Ecoenvironmental Research Center in Atmospheric Boundary Layer)

Abstract

Contrast analysis was undertaken in the period before and after the construction of Three-North shelterbelts system, by using the long-term observations over north China. The results show that the shelterbelts system is beneficial to the plant-growing and living conditions improvement, but the sunshine duration is shorter and the diurnal range of temperature is smaller after the construction of the shelterbelts system, which has more or less disadvantages on the crop in spring.

Key Words: ecoenvironment Three-North shelterbelts system sunshine temperature plant growth