

北京平原地区造林工程 生态环境效应评估

刘春兰 陈龙 陈操操 等 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

北京平原地区造林工程 生态环境效应评估

刘春兰 陈龙 陈操操 李少宁 李铮 王海华 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

平原区百万亩造林工程是改善首都大气环境质量、推进首都生态文明建设的重要举措。但如此大规模、高强度的城市绿化在北京甚至国内尚属首例,科学、客观、定量评估该工程的生态环境效应意义重大。本书针对北京平原地区生态环境特点并参考相关森林生态系统服务评估技术规范,构建北京市平原区造林工程生态环境效应评估指标体系,利用样地调查、环境监测和生态功能实测、模型模拟等多种方法对平原区造林的主要生态环境效应进行了评估,重点针对改善大气环境质量功能,特别是削减 $PM_{2.5}$ 功能进行了详细分析。研究提出了充分利用有限空间,最大限度发挥平原区百万亩造林工程生态环境效应的对策建议。本书可供从事生态与城市环境研究、城市环境管理、生态规划,以及相关专业的教学、科研人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

北京平原地区造林工程生态环境效应评估 / 刘春兰
等著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2014. 5
ISBN 978-7-5170-2066-0

I. ①北… II. ①刘… III. ①平原—造林—环境生态
评价—北京市 IV. ①S725②X826

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第105404号

书 名	北京平原地区造林工程生态环境效应评估
作 者	刘春兰 陈龙 陈操操 李少宁 李铮 王海华 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	145mm×210mm 32开本 5.375印张 110千字 2插图
版 次	2014年5月第1版 2014年5月第1次印刷
印 数	0001—1500册
定 价	28.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究



前 言

北京是全国乃至世界人口和经济较为聚集的地区，占全市约 1/3 面积的平原地区却承载着绝大部分首都功能。随着人口、经济的继续高密度集聚以及中心城区的无序扩张，北京市平原区以 $PM_{2.5}$ 为代表的大气污染问题严重，生态资产严重匮乏。

为了加强北京市大气污染的治理，改善生态环境，根据平原地区少林和以 $PM_{2.5}$ 为代表的空气污染严重的现实，北京市市委、市政府决定全力推动平原地区造林工作，从 2012 年开始，在北京市平原地区新增森林面积 100 万亩。平原地区造林工程无疑对北京市的生态环境改善有着积极的作用，但是如此大规模、高强度的城市绿化在北京甚至国内尚属首例。至今该工程已接近尾声，然而平原区造林生态环境效果如何，尤其是对大气环境质量改善（特别是控制 $PM_{2.5}$ ）作用尚无公开报道。如何科学、客观、定量地评估该工程的生态环境效应，从而为后续工程提供科学参考和借鉴是目前亟须解决的问题。

本书针对当前北京市的生态环境特点、森林的关键生态功能，并参考国家林业局发布的国家标准《森林生态系统服务评估规范》（LY/T 1721—2008）和北京市

质量技术监督局发布的地方标准《森林资源资产价值评估技术规范》(DB11/T 659—2009),选取削减 $\text{PM}_{2.5}$ 、滞尘、吸收 SO_2 、降温增湿、提供负离子、消减噪声以及生物多样性七项指标构建北京市平原区造林生态环境效应评估指标体系,在2012年已造林地矢量数据及未来造林规划的基础上,通过样地调查、环境质量监测、生态功能实测、模型模拟等多种方法手段对平原区造林的主要生态环境效应进行了评估。重点针对平原区造林工程改善大气环境质量功能,特别是削减 $\text{PM}_{2.5}$ 功能进行了详细分析。研究提出了充分利用有限空间,最大限度发挥平原区百万亩造林工程生态环境效应的对策建议。

北京平原地区造林工程生态意义主要有三个方面:一是可以提高北京市人均森林面积,可使北京市人均森林面积增加 30m^2 ,使平原区森林覆盖率达到25%以上,净增10个百分点;二是能够防止中心城区范围无序扩张,特别是六环周边以及城乡结合部地区,使得这些地区部分用地性质从建设用地转为生态保护用地,缓解了中心城区继续“摊大饼”式向外过快扩张,对城市发展空间进行了有效的控制;三是可提供重要生态功能:平原区造林可使局部区域 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度平均下降 $0.57\mu\text{g}/\text{m}^3$,最高可下降 $2.3\mu\text{g}/\text{m}^3$,即靠平原区造林工程平均可实现在造林区域完成《北京市清洁空气行动计划2013—2017》 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度下降总目标的2%,局部地区最高可达8%;造林可使环境空气中粉尘去除一半左右;造林可使局部地区 SO_2 浓度平均下降约 $0.3\mu\text{g}/$

m^3 ，对大气中 SO_2 的去除率可达 1%；造林可使造林区内小环境温度降低 2°C ，相对湿度增加 3%；造林区域负离子浓度比市区浓度高 10 倍；100m 的林带可使噪声消减 22%。待平原区百万亩造林全部成熟后，其大气净化（削减 $\text{PM}_{2.5}$ 、滞尘、吸收 SO_2 ）的效应为成熟前的 1.67 倍。

本书由北京市环境保护科学研究院生态与城市环境研究所负责科研与管理工作的技术业务骨干参与编写，他们熟悉北京生态环境的特点和环境管理需求，在长期的工作实践中积累了丰富的经验，因此，本书不仅反映了平原区造林生态环境效应评估的结果，也反映了北京市环境管理行政主管部门和科研单位在破解平原区生态环境难题中所开展的科研工作，具有较高的参考价值。此外，北京市农林科学院林业果树研究所的同志们也参与了野外调查，在此一并表示感谢。

本书由刘春兰、陈龙、陈操操、李少宁、李铮、王海华著。参加本书编写的还有裴厦、关婧、孙莉、王辉、乔青、张继平。

由于作者水平有限，书中难免有疏漏错误之处，恳请各位专家和读者批评指教，欢迎来信探讨（liuchunlan@cee.cn）并提出宝贵的修改意见。

著者

2014 年 2 月 20 日

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 空气污染是北京市面临的重大环境问题	1
1.1.2 植树造林是改善城市大气环境的有效途径	1
1.1.3 北京市平原地区生态环境特点	2
1.1.4 实施平原区造林工程,改善首都生态环境	3
1.2 主要研究内容、方法	5
1.2.1 研究目标	5
1.2.2 指标选取	5
1.2.3 研究内容	5
1.2.4 技术路线	7
1.3 北京绿地建设进展	8
1.3.1 绿化隔离带政策的提出	8
1.3.2 绿色奥运建设时期的城市绿化进展	9
1.3.3 $PM_{2.5}$ 与平原区造林	11
1.4 国内外研究进展	12
1.4.1 城市森林生态功能研究进展	12
1.4.2 北京市绿地生态功能研究进展	15

第2章 北京市平原区造林工程概况	20
2.1 各区(县)造林面积及其空间分布	20
2.2 各区(县)造林结构组成	21
2.3 平原区造林推荐植物	26
2.4 各区(县)造林主导功能	28
第3章 北京市平原区造林野外调查	30
3.1 样地选取	30
3.2 样地调查方法	32
3.3 样地调查结果	33
3.3.1 总体概况	33
3.3.2 优势科、属、种	34
3.3.3 乔木生长概况	40
3.3.4 灌木生长情况	41
3.3.5 草本生长情况	42
第4章 北京市平原区造林工程削减 $PM_{2.5}$ 功能	
评估	44
4.1 $PM_{2.5}$ 及其来源	44
4.2 森林削减 $PM_{2.5}$ 功能原理	45
4.3 评估方法	48
4.3.1 干沉降简介	48
4.3.2 计算公式	50
4.3.3 参数获取及数据来源	50
4.4 评估结果	55
4.4.1 北京市 $PM_{2.5}$ 浓度变化情况	55
4.4.2 平原区造林年削减 $PM_{2.5}$ 功能	57

4.4.3 平原区造林削减 $PM_{2.5}$ 功能年内变化	60
4.4.4 平原区造林削减 $PM_{2.5}$ 功能的季节变化	62
4.5 造林与不造林生态效应分析	65
4.6 结果验证与分析	66
4.7 小结	68

第5章 北京市平原区造林工程其他生态环境效应

评估	70
5.1 滞尘功能	70
5.1.1 功能简介	70
5.1.2 评估方法	71
5.1.3 评估结果	72
5.1.4 结果验证与分析	80
5.1.5 小结	80
5.2 吸收 SO_2 功能	81
5.2.1 功能简介	81
5.2.2 评估方法	82
5.2.3 评估结果	84
5.2.4 结果验证与分析	92
5.2.5 小结	92
5.3 降温增湿功能	93
5.3.1 功能简介	93
5.3.2 评估方法	94
5.3.3 评估结果	96
5.3.4 结果分析	101
5.3.5 小结	102

5.4	释放负离子功能	102
5.4.1	功能简介	102
5.4.2	评估方法	103
5.4.3	评估结果	105
5.4.4	结果分析	107
5.4.5	小结	108
5.5	消减噪声功能	108
5.5.1	功能简介	108
5.5.2	评估方法	110
5.5.3	评估结果	110
5.5.4	结果分析	114
5.5.5	小结	114
5.6	维持生物多样性功能	115
5.6.1	功能简介	115
5.6.2	评估方法	116
5.6.3	评估结果	118
5.6.4	调查结果对比分析	122
5.6.5	小结	124
 第6章 北京市平原区百万亩造林工程生态环境		
	效应预估	125
6.1	2012年北京市平原区造林工程生态环境效应 汇总	125
6.2	北京市平原区造林工程规划各区(县)分年度 工程量	127
6.3	北京市平原区百万亩造林工程生态环境效应 预估	128

6.3.1	削减 $\text{PM}_{2.5}$	128
6.3.2	滞尘	128
6.3.3	吸收 SO_2	130
6.3.4	降温增湿	130
6.3.5	释放负离子	130
6.3.6	消减噪声	130
6.4	北京市平原区造林全部成熟后生态效应 预估	132
第7章	结论和建议	135
7.1	主要研究结果	135
7.2	结论与建议	138
7.3	讨论与展望	140
7.3.1	讨论	140
7.3.2	展望	142
附表		143
参考文献		149

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景

1.1.1 空气污染是北京市面临的重大环境问题

大城市空气污染防治是一个世界性难题。国际上主要的世界城市空气污染治理都经历了相当长时间。目前以 $PM_{2.5}$ 为代表的空气污染是北京市面临的重大环境问题。

1998 年以来,经过了 16 个阶段的大气污染治理措施和《清洁空气行动计划》,北京市环境质量持续改善。但与“世界城市”环境质量要求和民众期望还有较大差距。特别是 2011 年 10 月、2013 年 1 月,北京等大城市连续出现雾霾天气,使得“加强大气污染治理,改善空气质量”成为社会舆论的焦点和政府重大的民生工程。

1.1.2 植树造林是改善城市大气环境的有效途径

燃煤取暖、汽车尾气和春季外来沙尘是目前我国北方城市空气污染物的主要来源。2013 年 1 月北京市环保局对北京市雾霾天 $PM_{2.5}$ 源解析表明: $PM_{2.5}$ 的所有源中,外地传输占 27.6%,机动车占 21.5%,燃煤占 18.7%,

餐饮占 8.3%，土壤尘占 2.8%，其他占 21.1%。来自周边区域的污染物传输，与本地积累相叠加，在高湿静稳天气条件下，污染物扩散不利，二次粒子迅速转化与积累，形成了影响范围广、持续时间长的严重雾霾污染事件。

北京周边京津冀区域联防联控政策实施难度大，因此，外来传输源很难在短时间内得到控制；特殊的地理位置与不利的气象条件使北京大气污染物扩散受抑，本地污染物自然净化能力有限；机动车污染很难控制，因此，在本地燃煤等污染源全部消除的情况下 $PM_{2.5}$ 仍不能达标。而通过城市绿化不仅可阻止外来污染的跨界传输，还可以提高本地大气污染物的净化修复能力，增加城市大气环境容量，对进一步改善空气质量有很重要的现实意义。以城市绿化控制大气中 $PM_{2.5}$ 的作用为例，城市绿化能够通过多种途径控制 $PM_{2.5}$ ：林带可改变风场结构阻拦 $PM_{2.5}$ 进入局部区域，起到阻尘作用；可通过覆盖地表减少 $PM_{2.5}$ 来源，起到减尘作用；树木阻挡可促进 $PM_{2.5}$ 颗粒沉降，起到降尘作用；叶面可吸附并捕获 $PM_{2.5}$ ，起到滞尘作用；植物表面还可吸收和转移 $PM_{2.5}$ ，起到吸尘作用。因此，城市绿化不但有助于推进首都生态文明和美丽北京的建设，对于改善首都大气等生态环境质量也起着关键作用。

1.1.3 北京市平原地区生态环境特点

北京市地处华北平原北端，为蒙古高原向华北平原的过渡地带，总面积为 16807.8km^2 ，山地占 62%，平原占 38%。地形自西北向东南从中山、低山、丘陵过

渡到冲洪积台地、冲积扇及冲积平原。

北京市平原地区是北京市人口、产业的聚集区、首都功能的主要承载区，同时也是大气污染等生态环境问题最突出的地区。北京市的主城区在平原区的中部，人多地少，加上近年来北京城市化的加速发展，建设用地以圈层蔓延方式向山前地带扩张，加剧了大气污染、水资源短缺、湿地萎缩等生态环境问题。

目前北京市森林资源主要分布在山区，广大山区占优势的植被是次生落叶阔叶灌丛和少量落叶阔叶林及温性针叶林，而平原地区多为农田和城镇，森林面积为 14.41 万 hm^2 ，仅占全市森林面积的 21.87%，覆盖率只有 14.85%，远低于北京市 37.6% 的平均水平，与纽约、伦敦、东京、巴黎等世界城市相比，低 10 多个百分点。

北京平原地区植被较差且覆盖率低，难以充当城市地区的生态屏障。在空气污染严重、现有土地资源稀缺与城市建设用地扩张压力逐渐增大的情况下，加强平原区郊区（县）生态工程建设，是提高北京市绿色空间整体生态服务功能的有效途径。因此，在平原地区进行造林，更有利于森林生态功能转化为服务。

1.1.4 实施平原区造林工程，改善首都生态环境

为了加强北京市大气污染的治理，改善生态环境，根据平原地区少林和以 $\text{PM}_{2.5}$ 为代表的空气污染严重的现实，北京市市委、市政府决定全力推动平原地区造林工作。中共北京市委十届十次全会、北京市第十三届人民代表大会第五次会议通过了实施“平原地区百万亩造林工程”的重大决策，2012 年 1 月，北京市政府通过

了《关于实施平原地区百万亩造林工程的意见》，决定从2012年开始，用5年左右的时间，使全市平原地区新增森林面积100万亩，森林覆盖率达到25%以上，净增10.32个百分点，平原区百万亩造林工程涉及区（县）14个：顺义区、通州区、大兴区全区；房山区、昌平区、怀柔区、平谷区、门头沟区、延庆县、密云县的平原地区；朝阳区和石景山区部分地区、海淀区山后地区及丰台区河西地区。

按照北京城市总体规划、土地利用总体规划和绿地系统规划的城市发展生态空间结构，平原地区百万亩造林工程空间布局确定为“两环、三带、九楔、多廊”，以大面积森林为基底、大型生态廊道为骨架、九大楔形绿地为支撑、健康绿道为网络，整体构建点线面、带网片、林园水相结合的森林生态系统。平原区造林工程规划确定的重点建设任务主要有：①实施景观生态林建设工程，营建35处万亩以上、300余处千亩以上的大规模城市森林；②实施绿色通道建设工程，主要河流、干线公路、铁路每侧绿化不低于200m，六环路绿化外侧1000m、内侧500m，建设一批生态景观廊道；③实施健康绿道建设工程，建设自然水岸型、森林景观型等多种形式的健康绿道，形成绿道网络，打造城市周边慢行系统；④实施四大生态公园建设工程，在中心城区东南西北四个方位，建设四个森林公园；⑤实施湿地保护建设工程，利用雨洪集水、中水资源，恢复、建设一批湿地；⑥实施基础设施建设工程，建设比较完备的电力、道路、供水系统，满足工程建设、林地绿地养护管理和

市民休闲游憩的需求。

1.2 主要研究内容、方法

1.2.1 研究目标

北京平原地区造林工程是改善首都大气环境质量、推进首都生态文明建设的重要举措。但如此大规模、高强度的城市绿化在北京甚至国内尚属首例，科学、客观、定量地评估该工程的生态环境效应意义重大。本研究的主要目标：对平原区造林的主要生态环境效应进行评估，重点针对改善大气环境质量功能，特别是削减 $\text{PM}_{2.5}$ 功能进行深入分析。研究提出充分利用有限空间，最大限度发挥平原区百万亩造林工程生态环境效应的对策建议。

1.2.2 指标选取

本研究针对当前北京市的生态环境特点、森林的关键生态功能，并参考国家林业局发布的国家标准《森林生态系统服务评估规范》(LY/T 1721—2008) 和北京市质量技术监督局发布的地方标准《森林资源资产价值评估技术规范》(DB11/T 659—2009)，选取削减 $\text{PM}_{2.5}$ 、滞尘、吸收 SO_2 、降温增湿、提供负离子、消减噪声以及生物多样性七项指标构建北京市平原区造林生态环境效应评估指标体系，如图 1-1 所示。

1.2.3 研究内容

在 2012 年已造林地矢量数据及未来造林规划的基

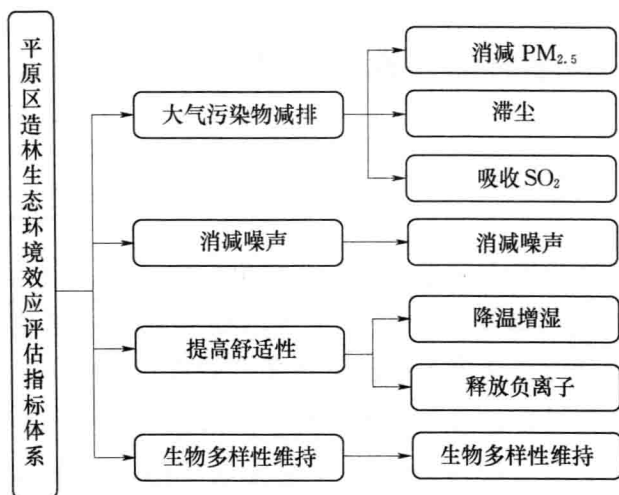


图 1-1 北京平原区造林生态环境效应评估指标体系

基础上，通过对 2012 年已完成的平原区造林 14 个区（县）41 个典型样方的野外样地调查，结合大气污染物监测数据、文献数据、基础地理数据和生态功能实测数据，利用模型模拟法、单位系数法和实地监测等多种方法手段对平原区造林的主要生态环境效应进行评估。具体内容如下。

（1）基于干沉降模型和单位叶面积系数法，定量评价平原区造林对大气污染物的减排效应，重点评估削减 $\text{PM}_{2.5}$ 、滞尘以及吸收 SO_2 的效应。

（2）开展野外实验测定和调查，综合定量评价平原区造林减弱噪声、提高舒适性（包括降温增湿、释放负离子）等对局部生态环境质量的改善作用以及生物多样性的维持作用。