



王敬明等 编著

林木

与

大气

污染

概论

中国环境科学出版社

林木与大气污染概论

王敬明等 编著

中国环境科学出版社

1989

内 容 简 介

本书概述了70年代以来国内外有关林木与大气污染的研究成果，作者较全面地阐述了林木在防治大气污染中的作用、大气污染物对林木的危害、抗污净化树种的选择和研究方法，以及抗污规划设计等问题。并总结整理出我国抗污绿化树种等，是我国第一部较全面、较详尽地论述林木与城市大气污染的论著。

本书可供从事林业、园林、环境保护、城市建设和绿化、工矿企业绿化等有关人员阅读和参考。

林木与大气污染概论

王敬明等 编著

责任编辑 张维平

*

中国环境科学出版社出版

北京崇文区东兴隆街69号

北京市永乐印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1989年3月第 一 版 开本 787×1092 1/32

1989年3月第一次印刷 印张6 插页 1

印数 1—3 000 字数 135千字

ISBN 7-80010-271-8/X·178

定价：2.10元

序 言

自从有了人类社会，就存在人类-环境的相互关系。但在人类物质文明十分低下的情况下，人类向自然索取或归还于自然的物质都很有有限，人-环境系统处于和谐和平衡之中。然而随着人类物质生产力的不断提高，尤其是二次大战后，由于现代技术和现代工业的迅猛发展，人类虽然使得自己能够享用的物质财富和生活资料大大丰富起来，却因人口的增长，自然资源的过度消耗，工业造成的严重污染，使人类生活环境质量日益下降，世界各国都受到了环境污染的威胁，人类的生存也受到了环境和资源危机的威胁。世界环境已是各国共同关心的重大问题。

森林生态系统是维护陆地生态平衡的重要支柱。大面积热带森林及其他天然森林的破坏和消失，不能不影响地球表面水、热、气(氧和二氧化碳)的循环和平衡。还由于森林的其他功能，如防风固沙、涵蓄水源、阻滞尘埃、吸消噪声、分泌杀菌素、增加空气负离子、净化空气、保存物种、美化景观、陶冶情操等作用，可以说，改善和提高人类生存和生活的环境质量，美化人类的生活环境，最具有战略性的、最积极的措施，莫过于努力扩大森林覆盖率、绿化大地，这已经为世界各国所公认。但这里需要强调的是森林不仅在陆地生态平衡中占有重要的位置，而且在城市生态系统的结构和功能中也是一个最积极、最活跃的生物组分。

70年代以来，世界几乎所有著名的城市都受到了工业、

交通、取暖等引起的空气和水质污染的威胁，个别城市发展到了危及人们健康和生存的程度。现代化城市的弊病除了上述环境污染的直接因素外，还在于整个生态系统的结构和功能的失调，使得本来应当作为社会-经济-自然的复合生态系统的城市过于强调流通的高效率，社会经济的高效益，以及不得已的空间高负荷状态，而太不注意其自然的组分和功能。实践证明，世界上合理的城市生态系统结构，除了人口外，林木应是最大的生物组分，它在调节城市生态系统的功能和保持稳定性方面有着不容忽视的地位。因此，现代化城市建设又必须回过头来重视其生物组分的作用。

城市生态系统的结构与功能是一门新兴学科，林木在城市生态系统中的功能与地位是一个新兴的课题。要完满地阐述这个问题还为时太早。但是，世界上一些国家以及我国对林木在城市生态系统中的作用毕竟已经做了不少工作，有必要在现有工作的基础上加以整理，加以系统化，作为城市生态系统研究领域的一个侧面，或者说，作为林业科学的一个新领域——城市林业的一个侧面，发挥林木在改善城市大气环境中的作用，并勾画出一个边缘学科是编著本书的立意。

编者长期从事林木与环境保护相互关系的研究工作，不仅富有自身的研究实践经验，也占有了较丰富的国内外资料，承担编著此书的任务是再恰当不过的了。本书是我国第一本较全面和较详尽的关于林木与城市大气污染的论著。

蒋有绪

1987.4.27

前 言

第二次世界大战以后，世界各国都在努力发展本国的工业，人类很快获得了前所未有的生产力，从而使之能够享用的物质财富和生活资料成倍地增长起来。与此同时，产生了第一次世界性环境危机，大气质量愈来愈坏，个别污染较重的城市地段，甚至发展到了危及人体健康和人类生存的程度。

70年代以来，环境问题成了人类面临的重大问题之一，几乎全世界所有著名的城市都受到了污染的威胁。1972年6月5日，联合国在斯德哥尔摩召开了人类环境会议，发表了著名的《人类环境宣言》。宣言强调指出，地球上许多地区的水、空气、土壤和生物已污染到了危险的程度，生态平衡已受到重大干扰；保护和改善人类环境，是关系到各国人民幸福和经济发展的重大问题；如果人类能明智地使用科学技术，将会给自己带来发展和提高生活质量的良机。

在大气质量日趋恶化的情况下，人们发现“城市中的树木比其它植物具有更强的生命力，它既具有受害的一面，又有可防治大气污染的一面”。许多林业、环保和园林工作者都注意到了这一事实，捷足者及时开展了自己的研究工作，并很快积累起大量资料，从而在学术界形成了一个新的研究领域。

本书力图从勾画一个边缘学科的概貌出发，概述70年代以来国内外有关林木与大气环境的重要研究成果，为建设现

代化的城市绿地系统和广泛开展植树造林运动服务。本书与以往所出的名称类似的书籍比较，后者或是文集，或是一个侧面的描述，而本书则是该研究领域里比较完整的、系统的内容提纲。

本书具有鲜明的实用性，突出了我国科学家和科技工作者的成果。书中很多材料来源于历次《全国植物与环境保护学术讨论会》上的资料，尤其是书后的附录1，则全部来源于国内各位专家之手。

本书编写过程中，曾得到《环境保护》杂志社崔志民先生、中国科学院北京植物园副研究员朱成珞先生、北京大学地理系讲师何绿萍先生、北京市环保所工程师刘耘先生、谷清先生、《中国园林》副主编何济钦先生、北京市园林研究所工程师冯采芹先生、中国林业科学研究院林研所研究员袁嗣令先生、副研究员刘东来先生、李国猷先生等的指导和帮助，附录1由李学典同志协助整理，在此表示谢意。

由于作者水平所限，本书在编写之中，难免有失误之处，恳请同行专家们和广大读者批评指正。

编 者

1987年12月

目 录

第一章 林木在防治大气污染中的作用	(1)
一、生态学中两个概念之简析.....	(1)
1. 生态系统是生物与其生命维持系统中各种有关功能 条件之综合	(1)
2. 森林是陆生植物中最强大的生态系统	(2)
二、吸收CO ₂ 放出O ₂ 的作用.....	(3)
三、减尘滞尘的作用.....	(7)
四、净化SO ₂ 的作用.....	(9)
五、防治光化学烟雾的作用.....	(12)
六、净化其它有害气体的作用.....	(14)
1. 对含氟气体的作用.....	(15)
2. 对Cl ₂ 的作用.....	(16)
七、指示大气污染的作用.....	(16)
1. 苔藓和地衣的指示作用	(17)
2. 叶片症状的指示作用	(17)
3. 植物群落变化的指示作用	(18)
4. 叶片化学成分及其含量的指示作用	(18)
八、减噪作用.....	(19)
九、杀菌作用.....	(21)
十、防治放射性污染的作用.....	(25)
十一、改善城市小气候和驱散污染空气的 作用.....	(27)
十二、促进空气负离子化的作用.....	(28)

十三、防灾作用	(31)
第二章 大气污染物对林木的危害	(33)
一、大气污染灾害举例	(33)
二、常见大气污染物对林木危害的原理	(35)
1. 污染气体的毒性分级	(35)
2. 大气污染物的侵入途径	(36)
3. 植物的伤害症状	(37)
4. 产生伤害的原因	(37)
5. 树木伤害的症状分类	(39)
三、SO ₂ 的危害	(40)
1. 危害症状	(40)
2. 危害机制及生理变化	(42)
3. 危害程度与环境因子之间的关系	(42)
4. 受害程度与SO ₂ 浓度和作用时间的关系	(44)
5. 单因子试验与多因子污染伤害的关系	(44)
四、HF的危害	(45)
1. 危害症状	(45)
2. 危害机制	(46)
3. 危害程度与环境条件的关系	(46)
4. 危害程度与HF浓度和作用时间的关系	(47)
5. 防治动向	(47)
五、光化学烟雾的危害	(48)
1. 光化学烟雾的产生条件	(48)
2. O ₃ 的危害症状	(48)
3. 过氧乙酰硝酸盐(PAN)的危害症状	(50)
4. 氮氧化物的危害症状	(50)
5. 光化学烟雾的防治动向	(51)
六、其它空气污染物的危害	(52)
1. Cl ₂ 的危害	(52)

2. 氮气的危害	(53)
3. 乙烯的危害	(53)
4. 尘的危害	(54)
七、复合污染物的危害	(55)
1. SO_2 与 O_3 的复合污染	(55)
2. SO_2 与 NH_3 的复合污染	(56)
3. SO_2 、HF与乙烯的复合污染	(56)
第三章 抗污净化树种的选择和研究方法	(58)
一、大气污染物的危害特征	(58)
1. 具有明显的方向性	(59)
2. 受害程度与离开污染源的距离及烟囱高度密切 相关	(59)
3. 各种树木同时受害, 仅山区、河堤及高大建筑物 背面稍轻	(59)
4. 叶片上具有典型受害症状	(59)
5. 叶片内污染物含量较高	(60)
二、树木的抗性及其分级方法	(60)
1. 树木具有抗性的原因	(60)
2. 树木抗性的分级方法	(61)
三、污染区树木受害情况调查法	(63)
1. 一般性调查	(63)
2. 研究性调查	(64)
四、污染区树木栽培比较法	(68)
1. 地栽试验	(68)
2. 盆栽试验	(68)
3. 人工试验池栽培试验	(99)
五、人工熏气法	(69)
1. 静态熏气室	(70)
2. 动态熏气室	(71)

3. 开顶式熏气室	(72)
六、污染物成分分析法	(73)
1. 采集样品的原则	(74)
2. 样品的前处理	(74)
3. 叶片含硫量的测定方法	(75)
4. 叶片含氮量的测定方法	(75)
5. 叶片含氟量的测定方法	(76)
七、解剖结构分析法	(77)
1. 石蜡切片法	(77)
2. 冰冻切片法	(78)
3. 徒手切片法	(78)
4. 超薄切片法	(76)
八、绿地评价方法	(80)
1. 绿地覆盖率的地面统计计算方法	(81)
2. 绿地覆盖率的航空遥感统计计算方法	(82)
3. 环境质量系数算法	(87)
4. 卫生保健价值算法	(88)
5. 游乐价值算法	(89)
第四章 抗污规划基础	(90)
一、影响污染空气扩散的气象因素	(90)
1. 风	(91)
2. 湍流	(92)
3. 大气稳定度	(93)
4. 烟形与大气稳定度的关系	(94)
5. 气压场	(96)
二、影响污染空气扩散的地形因素	(97)
1. 地形地物的阻滞作用	(97)
2. 地形逆温的阻滞作用	(99)
3. 局地环流的扩散作用	(101)

三、污染源高度对污染空气扩散的影响·····	(103)
1. 烟气上升高度的计算式·····	(103)
2. 烟气扩散的数学模式·····	(106)
3. 烟气扩散系数的计算方法·····	(108)
4. 计算方法举例·····	(109)
四、国外绿地建设趋势·····	(113)
1. 增加绿地指标·····	(113)
2. 发展郊区森林公园·····	(114)
五、小城市绿地体系之规划要领·····	(115)
1. 规划的基本原则·····	(116)
2. 绿地的基本单元·····	(119)
3. 树种选择原则·····	(120)
六、工厂绿地·····	(121)
1. 工厂绿地的特征·····	(121)
2. 工厂绿地的种类·····	(122)
七、防护林带·····	(124)
1. 防风林带·····	(124)
2. 工业卫生防护林带·····	(126)
附录1 我国各省(市、自治区)的绿化树种抗性	
分级(选编)·····	(128)
一、常见绿化树种对SO ₂ 的抗性分级·····	(128)
1. 华北地区·····	(128)
2. 北京地区·····	(129)
3. 天津市·····	(129)
4. 保定市·····	(130)
5. 东北地区·····	(130)
6. 沈阳市·····	(130)
7. 哈尔滨地区·····	(131)
8. 西安地区·····	(131)

9. 兰州地区	(131)
10. 兰州市	(132)
11. 内蒙古自治区	(132)
12. 南京地区	(132)
13. 杭州市	(133)
14. 武汉地区	(134)
15. 郑州市	(134)
16. 广州地区	(134)
17. 广州市	(135)
18. 长沙市	(136)
19. 南宁地区	(137)
20. 桂林地区	(137)
21. 云南地区	(137)
22. 成都地区	(138)
23. 重庆地区	(138)
24. 川南地区	(138)
25. 川北地区	(139)
26. 川西南地区	(139)
27. 川西北地区	(139)
二、常见绿化树种对HF的抗性分级	(140)
1. 华北地区	(140)
2. 北京地区	(140)
3. 天津市	(140)
4. 保定市	(141)
5. 东北地区	(141)
6. 沈阳市	(141)
7. 哈尔滨地区	(142)
8. 西安地区	(142)
9. 兰州地区	(142)

10. 内蒙古自治区	(142)
11. 上海地区	(143)
12. 南京地区	(143)
13. 杭州地区	(143)
14. 郑州市	(144)
15. 广州市	(144)
16. 肇庆	(144)
17. 长沙地区	(145)
18. 桂林地区	(145)
19. 云南地区	(145)
20. 成都地区	(146)
21. 重庆地区	(146)
22. 川南地区	(146)
23. 川北地区	(147)
24. 川西南地区	(147)
25. 川西北地区	(147)
三、常见绿化树种对Cl ₂ 和HCl的抗性分级	(148)
1. 华北地区	(148)
2. 北京地区	(448)
3. 天津市	(148)
4. 东北地区	(149)
5. 沈阳地区	(149)
6. 哈尔滨地区	(150)
7. 西安地区	(151)
8. 上海地区	(151)
9. 杭州地区	(151)
10. 郑州市	(152)
11. 广东省	(152)
12. 广州市	(152)

13. 长沙市	(153)
14. 广西壮族自治区	(154)
15. 南宁地区	(155)
16. 桂林地区	(156)
17. 云南地区	(156)
18. 成都地区	(156)
19. 重庆地区	(157)
20. 川南地区	(157)
21. 川北地区	(157)
22. 川西南地区	(158)
23. 川西北地区	(158)

四、常见绿化树种对其它大气污染物的抗性

分级	(158)
1. 北京地区	(158)
2. 沈阳市	(159)
3. 兰州市	(160)
4. 上海市	(162)
5. 南京地区	(163)
6. 杭州地区	(164)
7. 广东地区	(165)
8. 株州地区	(165)
9. 柳州地区	(165)
10. 川西北地区	(166)

五、我国防污绿化树种分级

1. 我国北部地区的防污绿化树种	(166)
2. 我国中部地区的防污染绿化树种	(167)
3. 我国南部地区的防污绿化树种	(169)

附录 2 工业卫生防护距离参考表

参考文献	(176)
------------	---------

第一章 林木在防治大气污染中的作用

一、生态学中两个概念之简析

1. 生态系统是生物与其生命维持系统中各种有关功能条件之综合

过去，一些生态学家认为，小于行星的封闭生态系统大概是不可能的。随着科学的发展，特别是宇航事业的发展，这种观点受到了很大冲击，现在，坚持这种观点的生态学家几乎没有了。生物学家乔·汉森，曾用实验的方法建立了一个小小的自给自足的世界，并把它封闭在象全球一样大小的瓶子里。瓶里装着小虾、水藻及细菌，它们各自把另一方的废物当作自己生命活动的必要条件。线状的绿色小水藻通过光合作用产生 O_2 ；半英寸长的小红虾吸收 O_2 ，排出小水藻用来进行光合作用的 CO_2 ；细菌和其它微生物以小虾的粪便为食物，并把它转变为水藻生长的肥料；而水藻又是小虾的食料。

因为生态系统这个概念中，空间的要求随着生物种类而变化，所以某些生态系统可能占据的空间较大，而另一些生态系统可能占据的空间很小。任何一个生态系统，都必须有生物和生物生存的条件。月球是一个相当可观的天体，但是因为没有生物和生物生存的条件，所以无论如何不是一个生态系统。

现在，生态学家们普遍认为，一个城市就是一个生态系统。城市生态系统是在空间和时间上都很明确的一个污染能力大于净化能力的功能单位。城市生态系统也象其它生态系统一样，遵循自然规律的发展，进行生物与非生物之间的物质循环和能量交换。因此，在城市和工矿区，结合绿化美化及废地利用，广泛植树造林、种花种草，不仅是为了获得一定数量的木材，收到绿化美化的效果，而且是在防治大气污染，增强城市生态系统中最薄弱的绿色植物这个环节。

2. 森林是陆生植物中最强大的生态系统

过去，生态学家们认为，海洋浮游植物比陆生植物的产量高，海洋是全球最主要的植物生产基地。最新的研究证明：陆生植物的产品比海洋浮游植物群落多1倍。按干物质计算，陆生植物的年产量约 122×10^9 吨，海洋浮游植物约 55×10^9 吨。

在陆生植物群落中，森林确是一个最强大的生态系统。在地球生物圈的物质循环和能量交换中，在维护整个自然界的平衡中，森林占有特别重要的地位。森林同其它植被类型相比，有三大特点：（1）分布广 全世界约有四分之一的陆地面积为森林所覆盖；（2）生命持续时间长 树木是多年生木本植物，其生命周期可长达数十年至数百年，特别是某些常绿针叶树种，其生命周期还要更长一些；（3）生物产量高每公顷森林的生物总产量约合干物质 100~400 吨，比农田和草原植物群落高20~100倍。生态学家认为，植物群落对周围环境的影响程度，是与其生物总产量成正比的，生物产量愈高，对周围环境影响愈大。林木在防治大气污染中的诸多作用，主要是通过叶片进行的。一般来说，叶面积愈大，净化能力就