



教育部“一村一名大学生计划”教材

绿地设计

张晓佳 雷芸 编



中央广播电视大学出版社

教育部“一村一名大学生计划”教材

绿 地 设 计

张晓佳 雷 芸 编

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

绿地设计 / 张晓佳, 雷芸编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2005.1

教育部“一村一名大学生计划”教材

ISBN 7-304-02984-6

I. 绿… II. ①张…②雷… III. 绿化地—园林设计—教材 IV. TU986.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 000187 号

版权所有, 翻印必究。

教育部“一村一名大学生计划”教材

绿地设计

张晓佳 雷芸 编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010-68519502 总编室: 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 何勇军

责任编辑: 何勇军

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司 印数: 0001~5000

版本: 2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13 字数: 297 千字

书号: ISBN 7-304-02984-6/S·96

定价: 14.60 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

序

“一村一名大学生计划”是由教育部组织、由中央广播电视大学实施的面向农业、面向农村、面向农民的远程高等教育试验。令人高兴的是计划已开始启动，围绕这一计划的系列教材也已编撰，其中的《种植业基础》等一批教材已付梓。这对整个计划具有标志意义，我表示热烈的祝贺。

党的十六大提出全面建设小康社会的奋斗目标。其中，统筹城乡经济社会发展，建设现代农业，发展农村经济，增加农民收入，是全面建设小康社会的一项重大任务。而要完成这项重大任务，需要科学的发展观，需要坚持实施科教兴国战略和可持续发展战略。随着年初《中共中央国务院关于促进农民增收收入若干政策的意见》正式公布，昭示着我国农业经济和农村社会又处于一个新的发展阶段。在这种时机面前，如何把农村丰富的人力资源转化为雄厚的人才资源，以适应和加速农业经济和农村社会的新发展，是时代提出的要求，也是一切教育机构和各类学校责无旁贷的历史使命。

中央广播电视大学长期以来坚持面向地方、面向基层、面向农村、面向边远和民族地区，开展多层次、多规格、多功能、多形式办学，培养了大量实用人才，包括农村各类实用人才。现在又承担起教育部“一村一名大学生计划”的实施任务，探索利用现代远程开放教

育手段将高等教育资源送到乡村的人才培养模式，为农民提供“学得到、用得好”的实用技术，为农村培养“用得上、留得住”的实用人才，使这些人才能成为农业科学技术应用、农村社会经济发展、农民发家致富创业的带头人。如若这一预期目标能得以逐步实现，这为把高等教育引入农业、农村和农民之中开辟了新途径，展示了新前景，作出了新贡献。

“一村一名大学生计划”系列教材，紧随着《种植业基础》等一批教材出版之后，将会有诸如政策法规、行政管理、经济管理、环境保护、土地规划、小城镇建设、动物生产等门类的三十种教材于九月一日开学前陆续出齐。由于自己学习的专业所限，对农业生产知之甚少，对手头的《种植业基础》等教材，无法在短时间精心研读，自然不敢妄加评论。但翻阅之余，发现这几种教材文字阐述条理清晰，专业理论深入浅出。此外，这套教材以学习包的形式，配置了精心编制的课程学习指南、课程作业、复习提纲，配备了精致的音像光盘，足见老师和编辑人员的认真态度、巧妙匠心和创新精神。

在“一村一名大学生计划”的第一批教材付梓和系列教材将陆续出版之际，我十分高兴应中央广播电视大学之约，写了上述几段文字，表示对具体实施计划的学校、老师、编辑人员的衷心感谢，也寄托我对实施计划成功的期望。

教育部副部长 吴启迪

2004年6月30日

前 言

“绿地设计”是中央广播电视大学为教育部“一村一名大学生计划”的学习者提供的课程，为专科层次。本书广泛收集了国内外资料，总结归纳多年来绿地设计课程的教学实践经验，特别注意专科层次课程的特点，对教学内容进行了认真的组织和编排。本书阐述了绿地设计的一般原理和绿地设计的要求、依据和方法，收集了大量的绿地设计实例，供学生学习及设计时参考。

本书由张晓佳、雷芸编写。张晓佳编写第1章、第2章、第4章、第6章，雷芸编写第3章、第5章。由于编写时间仓促，编者水平有限，书中难免有不当之处，希望读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 城市园林绿地的功能作用	(1)
1-1 保护城市环境	(2)
1-2 文教和游憩功能	(20)
1-3 城市绿化的景观功能	(22)
第 2 章 城市园林绿地系统规划	(28)
2-1 规划层次与术语概念	(29)
2-2 城市园林绿地的分类及其用地选择	(32)
2-3 城市园林绿地指标	(52)
2-4 城市园林绿地规划的现状调查及分析	(61)
2-5 城市园林绿地系统布局	(63)
2-6 城市园林绿化的树种规划	(71)
第 3 章 城市公园的规划设计	(74)
3-1 综合性公园	(74)
3-2 儿童公园	(91)
3-3 植物园规划	(94)
3-4 动物园规划	(103)
3-5 城市景观绿地	(109)
第 4 章 居住区园林绿地规划设计	(120)
4-1 居住区规划基本知识	(120)
4-2 居住区园林绿化规划设计	(128)
第 5 章 附属绿地的规划设计	(147)
5-1 学校绿地的规划设计	(147)
5-2 工厂绿地的规划设计	(154)
5-3 医疗机构的绿地规划设计	(177)
第 6 章 道路及防护绿地规划设计	(181)
6-1 道路绿地规划设计	(181)
6-2 城市防护绿地规划设计	(192)
参考文献	(199)

第 1 章 城市园林绿地的功能作用

教学目标

- ①了解影响现代城市环境质量的主要因素及环境污染来源。
- ②掌握城市绿地的各种功能，理解城市绿地存在的重要性。
- ③重点掌握城市绿地游憩、景观和防护功能，体会其功能与内容的联系。

要搞好城市园林绿地规划设计，科学地评定园林绿地的质量标准，首先要明确城市园林绿地的功能和作用。

对城市园林绿地功能的认识，是随着科学、技术的发展，以及人民物质、精神生活的提高而逐步深化的。我国的古代园林和早期的国外庭园，主要是供少数人享用的游憩设施，而现代社会的园林绿地不论在规模上还是在功能上都发生了根本性的变化，它已从单一功能的设施变成具有多种功能的设施。日本山崎对绿地功能做了如下分类，可供参考（表 1-1）。

表 1-1 绿地的功能

功 能	目 的	效 果
心理功能	①文化修养 ②美化环境 ③舒适感	热爱家乡，建设城市，建设家乡，建设村镇，热爱本单位，精神愉快
防灾功能		防止噪声、防振动、防火灾、防水灾、防其它灾害
卫生功能	①净化空气 ②净化水体	防尘、防烟、防灾、供给氧气、空气对流、保温、降温、水体净化
体育保健功能	①运动 ②娱乐	体育保健、休养、娱乐

从以上的绿地功能分类来看，城市绿地具有多方面的效益。其中除了心理功能属于软效益之外（使人们获得美的和愉快的精神效益），其他各项均属于硬效益，如：保护环境，防止灾害，体育保健，文化教育，结合生产等，下面分别进行介绍。

1-1 保护城市环境

产业革命有如化学反应中的催化剂,促进了工业发展,带动商业、科技等的发展,使世界上的城市如雨后春笋般相继兴建并迅速发展起来。当今,世界上千万人口的城市并不鲜见,名列前茅的特大城市,人口已近2 500万。东京、纽约的人口在2 000万以上,圣保罗、汉城、洛杉矶、莫斯科、上海,人口都在1 000万~2 000万。

城市化的进程,标志着人类社会的进步和现代文明。但同时人类活动也引起自然条件的变化。由于工业生产中以“三废”为主的污染物大量地排放到自然界,造成了对自然环境的破坏,使城市环境日趋恶化,这是现代人类面临的一个严峻挑战。例如,自本世纪初至70年代间,伦敦、纽约等地,共发生了12起烟雾事件;洛杉矶、纽约、东京、大阪等地,发生过11起光化学烟雾事件;大阪、川崎、横滨、纽约等地,发生过13起石油化工废气和金属粉尘污染大气事件。据调查,美国85个城市中,由于大气污染每年给城市建筑物、住宅因被侵蚀而造成的损失,就高达6亿美元。面对越来越恶化的环境,迫使人们对污染引起重视。1972年召开了第一次“联合国人类环境会议”,通过《人类环境宣言》和《人类环境行动计划》。同年,27届联大会议决定成立了联合国环境规划署,各国政府纷纷设立环境保护机构,承担环保使命,并相继制定了行之有效的法令。我国政府极为重视环境保护,宪法第十一条就规定了“国家保护环境和自然资源,防治污染和其他公害”。并于1979年颁布了《环境保护法(试行)》,经过10年执行,于1989年12月正式颁布了《中华人民共和国环境保护法》。以法令的形式,要求保护和改善生活环境和生态环境,防治污染和其他公害,以保障人民身体健康,促进社会主义现代化建设的发展。

我国在城市化的发展进程中,环境问题相当突出。目前,我国城市排水设施普及率低,约有40%的建成区无排水设施;污水处理设施太少,约有87%的城市污水未经处理,直接排入水域或渗入地下;45%的城市地下水源受到污染;城市绿化面积少,人均公共绿地面积近 3.7m^2 。据有关专家研究,我国城市环境主要问题为:大气二氧化硫和酸雨呈发展态势(这是因为对二氧化硫污染控制的手段和能力十分有限);水体有机污染加剧,饮用水源质量下降;固体废物量逐年增加,有害有毒废物构成主要环境隐患之一;噪音严重。

污染源通常指向环境排放有害物质或对环境产生有害影响的场所、设备和装置,主要有自然污染源和人为污染源两大类。前者是由于自然原因,如火山爆发、森林火灾所引起;后者则是由于人们的生产和生活活动引起的,按人类社会功能,可分为工业污染源、交通运输污染源、农业污染源和生活污染源。

(1) 工业污染源

工业污染是大气污染的污染源,主要来自:

①燃料的燃烧 煤和石油是重要的工业燃料,它们燃烧后排出的有害物质有粉尘、二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳、烃类(碳氢化合物)、酸类、氟化物以及有机物等。废气污染

对人体有着严重的不良影响，见表 1-2。

表 1-2 废气中主要有害物质对人体的影响

污染物	对人体的影响
烟 雾	视程缩短，导致交通事故、慢性支气管炎
飞 尘	血液中毒、尘肺、肺感染
二氧化硫	刺激眼角膜和呼吸道粘膜，咳嗽、声哑、胸痛、支气管炎、哮喘、甚至死亡
二氧化碳	刺激鼻腔和咽喉，胸部紧缩、呼吸急促、失眠、肺水肿、昏迷、甚至死亡
一氧化碳	头晕、头痛、恶心、四肢无力，还可以引起心肌损伤，损害中枢神经，严重时导致死亡
氟化氢	刺激粘膜，幼儿发生斑状齿，成人骨骼硬化
硫化氢	刺激粘膜，导致眼炎或呼吸道炎、头晕、头痛、恶心、肺水肿
氯 气	刺激呼吸器官，导致气管炎，量大时引起中毒性肺水肿
氨	刺激眼、鼻、咽喉粘膜
气溶胶	引起呼吸器官疾病
苯并芘	致 癌
臭 氧	刺激眼、咽喉，使呼吸机能减退
铅 尘	铅中毒症，妨碍红血球的发育，儿童记忆力低下

资料来源：刘文等，1995

②生产过程排放出的烟尘废气、废水、废渣及噪声 各类工厂排放出的有害气体多种多样，但其排放方式主要有两种：有组织的排放，如将废气、废水通过管道排出。这种排污方式，便于采取必要的净化措施（如消烟除尘装置、污水处理装置等）；无组织的排放，在生产过程中跑、冒、滴、漏，无密闭设施或设备不完善，污染物主要通过门、窗等或通过露天堆场排出。这种排放方式的特点是污染物排出高度低，排出后即沿地面分散弥漫，不能人工控制，对附近地区污染影响较大。

(2) 交通运输污染源

近百年来，交通事业迅猛发展。汽车、火车、飞机、轮船运输频繁，这些交通工具在为人类生活提供了方便的同时，也带来了多种污染：

①废气 蒸汽机车产生的煤烟粉尘、内燃机车产生的黑烟和废气、汽车排出的废气等，都不同程度地造成了对大气的污染。特别是汽车尾气，距人们的呼吸带很近，能直接被人吸入。主要废气有一氧化碳、氮氧化物、烃类（碳氢化合物）、铅化物等。在汽车污染严重的地段，常在太阳能（如紫外线）参与下引起光化学烟雾等二次污染物，其毒性比直接排放的污染物为高。

②噪声污染 火车机车及汽车行驶时产生的噪声，是市内交通的主要噪声污染；航空运输对城市的干扰主要是噪声。日本横田机场附近，因飞机起落频繁，在航线下面噪声达 80 ~ 120 dB；直升机巡逻，在住宅区上空的噪声为 80 dB。

(3) 生活污染源

①生活用煤 城市居民日常生活用的炉灶，燃煤燃烧不完全，产生的烟尘和二氧化碳、

一氧化碳等有害气体的数量是很可观的。这类污染源的特点是，炉灶和锅炉数量多而分散，扩散稀释能力低，又与居民接近，能经常直接影响居民身体健康；另外，在我国北方城市直接燃煤供热是造成城市大气污染的主要原因。如，北京冬季采暖期达4个月，在此期间，北京大部分地区大气污染物超标。原因是北京冬季供热以分散锅炉及小煤炉供热为主，各种分散供热耗煤达 300×10^4 t/a 左右，分散锅炉平均单台容量 1.3 t/h，锅炉平均热效率仅 50%，造成能源浪费和环境污染。

②生活污水和生活垃圾 生活污水除含有碳水化合物、蛋白质和氨基酸、动植物脂肪、尿素和氨、肥皂和合成洗涤剂外，还含有细菌、病毒等使人致病的微生物；生活垃圾是城市垃圾的一个组成部分，它主要包括市民丢弃、排放出的垃圾、日用消耗垃圾等。随着社会经济的发展，城市生活污水和生活垃圾逐年增多，这对城市环境质量构成相当大的隐患。

(4) 农业污染源

农业环境虽然由于受到城市工业“三废”的影响而受到污染，但农业生产上不适当地滥施化学农药、化学肥料以及农业废弃物等，也造成对农业环境的污染和破坏，同时也构成对城市的影响和危害。

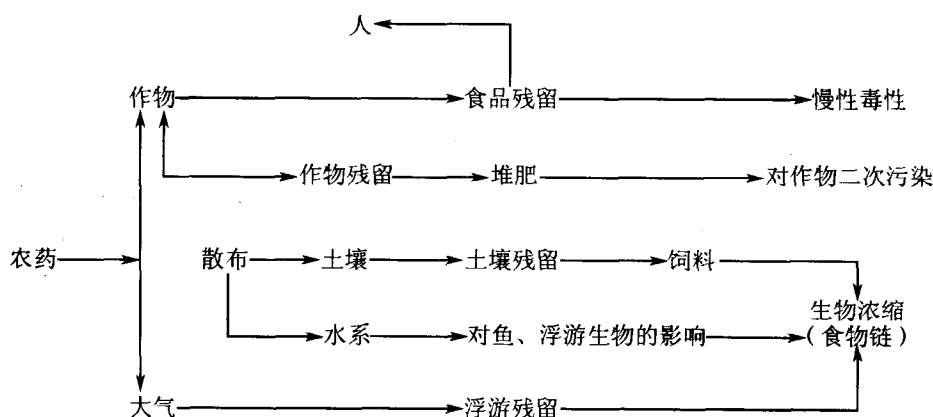


图 1-1 农药对环境的污染

在当前环境污染严重的情况下，保护环境主要通过3个途径：①合理的规划布局；②采取措施控制污染源，以减少、免除污染的发生；③采取生物措施，普遍绿化，大力植树造林，栽花种草。三者缺一不可，不能偏颇。

进入环境的污染物，达到一定的浓度后，可以破坏环境，形成公害，这时就必须采取单项的污染防治措施，使之达到无害程度。对于少量污染物一时性地进入环境中，经过各种自然过程而分解、稀释，仍可使环境保持并恢复原来的状态，生态平衡不致破坏，环境的这种功能称为自净作用。绿色植物不仅可以吸收土壤中的某些物质，吸附空气中某些有害气体和粉尘，而且还可以吸收空气中的二氧化碳，向空气中释放氧气。因此，绿色植物对空气、水、土壤中污染物的自净作用是非常重要的。

近百年来，人们对于森林和绿色植物在保护环境方面的作用，进行了许多基础研究，提

供了不少科学依据,这些也必然反映到城市园林绿地的规划布局工作中去,并成为进行城市园林绿地系统规划的理论依据。现将园林绿地对保护环境的作用分述如下。

一、园林绿地可净化空气、水体和土壤

人类和自然环境的各组成部分——生物圈、大气圈、水圈、土壤地质圈处在一个辩证统一的整体中,机体和环境是相互依存的。其最本质的关系表现为新陈代谢,人体和周围环境不断地进行物质交换,这种交换是人类赖以生存的必要条件。

(一) 净化空气

1. 吸收二氧化碳,放出氧气

空气是人类赖以生存和生活不可缺少的物质,是重要的外环境因素之一。机体与外环境不断地进行着气体交换,离开空气6分钟,人就要死亡。1个成年男人每天平均吸入 $10 \sim 12 \text{ m}^3$ 的空气,约合 $13 \sim 15 \text{ kg}$,这远比每天必需的 1.5 kg 食物和 2.5 kg 水为多。

自然状态的空气,是一种无色、无臭、无味的气体,其含量是恒定的,主要成分有氮78%、氧21%、二氧化碳0.033%,此外,还有惰性气体和水蒸气等。由于人类的活动,大气中二氧化碳的含量有明显的增加,近年来已达到0.035%。这一情况,已引起世界性的注意。在城市环境中,由于煤炭和石油燃烧所消耗的氧和放出的二氧化碳远比人的呼吸大得多(大2~3倍),使城市空气中二氧化碳的含量有时可达0.05%~0.07%,局部地区可达0.2%。二氧化碳虽是无毒气体,但当空气中的浓度达到0.05%时,人的呼吸已感不适。当含量达到0.2%~0.6%时,对人体就有害了。

为了保持平衡,需要不断地消耗二氧化碳和放出氧气,生态系统的这个循环主要靠植物来补偿。植物的光合作用,能大量吸收二氧化碳并放出氧,其呼吸作用虽也放出二氧化碳,但是植物在白天的光合作用所制造的氧比呼吸作用所消耗的氧多20倍,所以森林和绿色植物是地球上天然的造氧工厂。

有关资料表明,生长良好的草坪,在进行光合作用时, 1 m^2 每小时可吸收二氧化碳1.5 g,每人每小时呼出的二氧化碳约为38 g,所以在白天如有 25 m^2 的草坪,就可以吸收1个人呼出的二氧化碳。

树木吸收二氧化碳的能力要比草地强得多。每年地球上通过光合作用可吸收2300亿吨二氧化碳,其中森林占70%。空气中60%的氧气来自森林, 1 hm^2 阔叶林,1天可消耗1吨二氧化碳,释放0.73吨的氧气。三个成年人每日呼吸消耗0.75 kg氧,排出0.9 kg的二氧化碳,根据这个标准计算, 1 hm^2 森林制造的氧气,可供1000人呼吸,1个城市居民只要有 10 m^2 的森林绿地面积,就可以吸收其全部呼出的二氧化碳。事实上,加上城市燃料所产生的二氧化碳,则城市每人必须有 $30 \sim 40 \text{ m}^2$ 的绿地面积。

城市规划者应该利用绿色植物消耗二氧化碳、制造氧气的特点,合理布置城市绿地,尽量利用可开发用地建设绿地,多种草植树,改善二氧化碳和氧气的平衡状态,使空气新鲜。

2. 吸收有害气体

前面介绍, 工业生产及人类生活过程中排放出来的对环境造成污染的有害气体种类甚多, 最大量的是二氧化硫, 其他主要有氟化氢、氮氧化物、氯、氯化氢、一氧化碳、臭氧以及汞、铅蒸汽等。这些气体对人体有害, 对植物的生长也很不利。然而, 许多科学实验证明, 在一定浓度范围内, 植物对有害气体是有一定的吸收和净化作用的。

(1) 吸收二氧化硫

二氧化硫是一种无色、具剧烈窒息性臭味的气体。在含硫原料和燃料(如硫磺、含硫矿石、石油、煤炭等)的燃烧和冶炼过程中产生, 在硫酸厂、化肥厂、铜铁厂、热电厂、焦化厂以及各种锅炉都会释放出大量的二氧化硫, 是我国的主要空气污染物, 是引起酸雨的主要气体。空气中二氧化硫含量高达 $10 \mu\text{L/L}$ 就会使人不能长时间工作, 到 $400 \mu\text{L/L}$ 时, 可致人死亡。而有的植物对二氧化硫要比人敏感得多, 当大气中二氧化硫含量超过 $0.2 \mu\text{L/L} \sim 0.3 \mu\text{L/L}$ 时, 能使敏感植物受到危害。

硫是植物体中氨基酸的组成部分, 是植物所需的营养元素之一, 植物在二氧化硫污染的环境中, 吸收二氧化硫之后, 便形成亚硫酸及亚硫酸盐, 然后它能够以一定的速度将亚硫酸盐氧化成硫酸盐。只要大气中二氧化硫的浓度不超过一定的限度(即植物吸收二氧化硫的速度不超过将亚硫酸盐转化为硫酸盐的速度), 植物叶片就不会受害, 并能不断吸收大气中的二氧化硫。随着植物叶片的衰老凋落, 它所吸收的硫也一同落到地上。植物年年长叶, 年年落叶, 所以它可以不断地净化大气, 是大气的天然“净化器”。

各种植物吸收二氧化硫的能力是不同的。 1 hm^2 柳杉林每年可吸收 720 kg 的二氧化硫, 1 hm^2 柳树在生长季节每月可吸收 10 kg 二氧化硫。沈阳市园林科学研究所对不同树种进行吸收二氧化硫能力的测定, 也明显地表明了这一点(表 1-3)。

表 1-3 各种树木 1 hm^2 净吸收二氧化硫的能力(1983 年)

树种	树木叶片对 SO_2 的净化量/ (mg/g)	每公顷栽树 株数/株	每公顷 叶干重 /kg	每公顷树叶 净吸硫量 /kg	每公顷树枝、 干吸硫量 /kg	每公顷年 吸硫量 /kg	对 SO_2 的 抗性
加杨	11.74	500	6 812.07	79.97	26.66	106.63	较强
青杨	8.87	500	3 582.2	31.77	10.59	42.36	较强
榆树	7.90	500	7 477.5	59.07	19.69	78.76	强
桑树	8.54	500	4 712.46	40.24	13.41	53.65	强
旱柳	10.25	500	6 846.48	70.18	23.39	93.57	强
皂角	9.61	500	4 948.6	47.56	16.85	63.41	强
刺槐	7.44	500	6 340.3	47.17	16.72	62.89	较强
丁香	10.76	1 000	1 302.4	14.01	4.67	18.68	较强
山桃	10.06	500	4 924.7	49.54	16.51	66.05	较强
花曲柳	11.63	500	5 823.9	67.73	22.58	90.31	强

注: 表中数据为净吸硫量, 即污染区树叶含硫量减去对防区树叶含硫量。

对二氧化硫抗性强的树种有: 珊瑚树、大叶黄杨、女贞、广玉兰、夹竹桃、罗汉松、龙

柏、槐树、臭椿、桑树、梧桐、泡桐、喜树、紫穗槐等。

(2) 吸收氟化氢

氟是一种无色而有腐蚀性的气体，很活泼。自然界中很少有游离态的氟，而都以氟化物的形式存在，氟化氢就是其中之一，在炼铝厂、炼钢厂、玻璃厂、磷肥厂等企业的生产过程中排出。氟化氢对植物的危害比二氧化硫要大，有十亿分之几的氟化氢就会使植物受害，对人体的毒害作用几乎比二氧化硫大 20 倍。

植物在正常情况下叶片也含一定量的氟化物，一般含量在 0~25 mg/g (干重) 左右。但在大气中有氟污染的情况下，植物吸收氟化氢而使叶片中氟化物含量大大提高。如果植物吸收氟化氢超过了叶片所能忍受的限度，则叶片会受到损害而出现症状。

各种植物吸收氟化氢的能力和抗性是不同的。江苏植物研究所在有氟污染的地方同时进行的测定表明，美人蕉、向日葵、蓖麻等草本植物吸氟能力比较强，泡桐、梧桐、大叶黄杨、女贞等吸氟的能力都比较强，而且有强的抗性，是良好的净化空气树种。加拿大白杨吸氟能力很强，但抗性较差，只能在氟污染较轻的地区种植 (表 1-4)。

表 1-4 几种植物吸氟能力比较

叶中含硫量	生长情况	受害症状	对照植物含氟量/(mg/kg)	
美人蕉	146.0	良好	边缘稍有枯焦	7.45
向日葵	112.0	良好	边缘稍有枯焦	3.71
泡 桐	106.0	中等	无症状	10.90
加 杨	93.6	差	叶发黄	10.50
蓖 麻	89.4	中等	边缘枯焦	2.99
梧 桐	68.4	良好	无症状	12.00
大叶黄杨	55.1	良好	无症状	6.25
女 贞	63.8	良好	无症状	5.56
桦 树	45.7	中等	无症状	12.90
垂 柳	37.8	差	无症状	16.40

经进一步研究，植物从大气吸收氟化氢，几乎完全由叶子吸收，然后运转到叶子的尖端和边缘，很少向下运转到根部。上海园林局研究人员分析了生长在氟污染区的重阳木叶中含氟量为 1.92 mg/g，而茎中只含氟 0.5 mg/g，根中只含氟 0.02 mg/g。同一叶片的不同部位含氟量也不同，如柳树叶尖部含氟量为 4.03 mg/g，叶片中部含氟 3.53 mg/g，叶基部含氟 1.82 mg/g。

对氟化氢抗性强的树种有：大叶黄杨、蚊母、海桐、香樟、山茶、凤尾兰、棕榈、石榴、皂荚、紫薇、丝棉木、梓树等。

云南科学院在一个氟污染地区选择了 3 块林地，同时分别测定了林内、林外、林冠下 1.5 m 及林冠上 1.5 m 等处的大气氟化氢的浓度。第一块林地 (油杉、栎树混交林) 的测定结果表明：林冠上的大气氟化氢浓度要比林冠下高 1 倍，林外较林内高 2.7 倍。第二块林地

(麻栎林)测定结果是：林冠上的大气氟化氢浓度要比林冠下高 1.6 倍。第三块林地(油杉林)测定结果是：杯冠下的大气氟化氢浓度要比林冠上低 1/3。说明树木具有减轻大气氟污染的作用。

应该注意的是，氟化物对人畜有毒害作用，在氟污染的工厂附近不宜种植食用植物，以免人及畜食用了过多的含氟量高的作物会中毒生病，而主要应多种植非食用的树木。

(3) 吸收氯气

氯气是一种有强烈臭味而令人窒息的黄绿色气体。主要在化工厂、电化厂、制药厂、农药厂的生产过程中逸出，污染周围环境，对人、畜及植物的毒性很大。

植物对氯气有一定的吸收能力，不同的植物也表现出吸收量的差异。

有测定表明，在氯污染区生长的植物，叶中含氯量往往比非污染区高几倍到十几倍。如银桦、悬铃木、水杉、桃、棕榈、桧柏、怪柳、女贞、君迁子等具有较强的吸氢能力。

上海园林局测定了氯污染区几种植物的含氯量 (mg/g, 干重)：棕榈 5.20 (对照为 1.56)，夹竹桃 32.0 (对照为 5.20)，大叶黄杨 9.3 (对照为 2.6)，美人蕉 28.5 (对照为 12.7)。

对氯气抗性强的树种有：黄杨、油茶、山茶、柳杉、日本女贞、锦熟黄杨、五角枫、臭椿、高山榕、散尾葵、樟树、北京丁香、怪柳、接骨木等。

(4) 吸收其他有害气体

许多植物能够吸收氨气、臭氧，有的植物还能吸收大气中的汞、铅、镉等重金属气体。上海园林局对 13 种植物的测定，在汞污染的环境下都能吸收一定量的汞，生长不受影响。这些植物的吸汞量 (mg/kg) 为：夹竹桃 96、棕榈 84、樱花 60、桑树 60、大叶黄杨 52、八仙花 22、美人蕉 19.2、紫荆 7.4、广玉兰 6.8、月季 6.8、桂花 5.1、珊瑚树 2.2、腊梅 1.4。在非污染区的对照植物叶片中含汞量均为 0。

大多数植物能吸收臭氧，其中银杏、柳杉、日本扁柏、樟树、海桐、青冈栎、日本女贞、夹竹桃、栎树、刺槐、悬铃木、连翘、冬青等净化臭氧的作用大。

据国外报道，有苏铁、爱尔夫松、美洲槭等 40 多种植物具有吸收二氧化氮的能力。栓皮槭、桂香柳、加拿大白杨等树种能吸收空气中的醛、酮、醇、醚和致癌物质安息香吡啉等毒气。

3. 吸收放射性物质

绿地中的树木不但可以阻隔放射性物质和辐射的传播，而且可以起到过滤吸收作用。据美国试验，用不同剂量的中子—伽玛混合辐射射线照射 5 块栎树林，发现剂量在 15 Gy 以下时，树木可以吸收而不影响枝叶生长；剂量为 40 Gy 时，对枝叶生长量有影响；当剂量超过 150 Gy 时，枝叶才大量减少。因此在有放射性污染的厂矿周围，营造一定结构的绿化林带，在一定程度内可以防御和减少放射性污染的危害。在建造这种防护林时，要选择抗辐射树种，针叶林净化放射性污染的能力比常绿阔叶林低得多。

4. 吸滞粉尘

粉尘又称颗粒物，颗粒物是大气中固态或液态的颗粒状物质，可以分为一次颗粒物和二

次颗粒物两类。一次颗粒物是有污染源直接释放到空气中，如：燃烧煤或油产生的烟尘、内燃机排烟，道路扬尘，餐厅油烟，工业生产中如水泥工业的粉尘，海面上的盐尘；二次颗粒物是由排入空气中的污染气体（如 SO_2 ， NO_x ， C_nH_m ）之间或其与空气正常组分（如 O_2 ）间通过化学反应转化生成的颗粒物，如： SO_2 转化成硫酸盐颗粒， O_3 在光照下产生的光化学烟雾颗粒。粉尘造成的不良影响主要有以下两方面：一方面粉尘中有各种有机物、无机物、微生物和病原菌，吸入人体容易引起各种疾病；另一方面，粉尘可降低太阳照明度和辐射强度，特别是减少紫外线辐射，对人体健康有不良影响。地球上每年降尘量是惊人的，达 $1 \times 10^6 \sim 3.7 \times 10^6 \text{ t}$ 。我国 61 个重点城市 1990 年烟尘年排放量为 361.8 万吨，占全国比重的 32.5 %；排放量居前 10 名的城市依次是鞍山、抚顺、唐山、吉林、本溪、上海、南京、沈阳、重庆和北京。可见，粉尘也是我国的主要大气污染物。

森林绿地对粉尘有明显的阻滞、过滤和吸附作用，从而能减轻大气的污染。树木之所以能减尘，一方面是由于树冠茂密，具有降低风速的作用，随着风速降低，空气中携带的大颗粒灰尘便下降；另一方面是由于叶子表面不平，多绒毛，有的还能分泌粘性油脂或汁液，空气中的尘埃，经过树木，便附着于叶面及枝干的下凹部分，起到过滤作用。蒙尘的植物经过雨水冲洗，又能恢复其吸尘的能力。由于树木叶子总面积很大，1 hm^2 高大的森林其叶面积的总和可比其占地面积大 75 倍，因此树木吸滞粉尘的能力是很强的。树木是空气的天然除尘器。

我国对一般工业区的初步测定表明，空气中飘尘浓度，绿化区较非绿化对照区减少 10 % ~ 50 %。

许多树叶有较强的吸尘能力，如：榆树每平方米面积吸尘量为 3.03 g，夹竹桃的吸尘力更强，可达 5 g 之多；每公顷松林吸尘 36 t，栎类林或栎、槭混交林的吸尘能力可高达 68 t。据江苏省植物研究所、南京林业大学、南京市园林局及南京市防疫站共同在一个水泥厂测定树木吸滞水泥粉尘的效应表明，绿地减少的飘尘量达 37 % ~ 60 %（表 1-5）。

表 1-5 空旷地和绿化地的飘尘量比较

距污染源方向及距离	绿化情况	飘尘量/(mg/m^2)	减尘/(%)
东南，360 m（测定时未处于下风向）	空旷地	1.5	
	悬铃木（郁闭度 0.9）林下	0.7	53.3
西南，30 ~ 35 m（测定时未处于下风向）	空旷地	2.7	
	刺楸树丛（郁闭度 0.7）背后	1.7	37.1
东 250 m（测定时未处于下风向）	空旷地	0.5	
	悬铃木林带（高 15 m，宽 20 m，郁闭度 0.9）背后	0.2	60.0

树木对粉尘的阻滞作用在不同的季节有所不同。如，冬季叶量少，甚至落叶；夏季叶量最多。植物吸滞粉尘能力与叶量多少成正关系。据测定，即使在树木落叶期间，其枝干、树皮也有蒙滞粉尘的作用，能减少空气含尘量的 18 % ~ 20 %。

草坪的减尘作用也是很显著的,草覆盖地面,不使尘土随风飞扬,草皮茎叶也能吸附空气中的粉尘。据测定,草地足球场比裸土足球场上空的含尘量可减少 $2/3 \sim 5/6$ 。

不同树种的滞尘能力是不同的,这与叶片形态结构、叶面粗糙程度、叶片着生角度,以及树冠大小、疏密度等因素有关。吸滞粉尘能力强的树种有:榆树、朴树、梧桐、泡桐、臭椿、龙柏、桧柏、夹竹桃、构树、槐树、桑树、紫薇、楸树、刺槐、丝棉木等。

由地可见,在城市工业区与生活区之间营造卫生防护林,扩大绿地面积、种植树木、铺设草坪,是减轻粉尘污染的有效措施。

(二) 净化水体

水污染是指水体所容纳的污染物质超过水体的自净能力,破坏了水体原有的功能,造成对人和其他生物的有害影响。城市水体污染源,主要有工业废水、生活污水、降水径流等。工业废水和生活污水在城市中多通过管道排出,较易集中处理和净化。而大气降水,形成地表径流,冲刷和带走了大量地表污物,其成分和水的流向均难以控制,大多渗入土壤,继续污染地下水。

污水排入自然水体,虽可通过水的自净作用得到净化,但水的自净作用有一定的限度。因此,对废水、污水在排放前必需回收利用和净化处理。

许多水生植物和沼生植物对净化城市污水有明显作用。据报道,芦苇能吸收酚及其他20多种化合物, 1 m^2 芦苇1年可积聚9 kg的污染物质。在种有芦苇的水池中,其水的悬浮物减少30%,氯化物减少90%,有机氮减少60%,磷酸盐减少20%,氨减少66%,总硬度减少33%。所以,有些国家把芦苇作为污水处理的最后阶段。另外,水葱具有很强的吸收有机物的能力,凤眼莲能从污水里吸取银、金、汞、铅等重金属。

有些水生植物如水葱、田蓊、水生薄荷等也能够杀死水中的细菌。据国外试验,这3种植物放置在每毫升含细菌600万个的污水中,2天后大肠杆菌消失。此外,芦苇、小糠草、泽泻等也有一定的杀菌能力,将它们放在每毫升含细菌600万个的污水中12天后,放芦苇的水中尚有细菌10万个,放小糠草的尚有12万个,放泽泻的也只有10万个。

草地可以大量滞留许多有害的重金属,可以吸收地表污物;树木的根系可以吸收水中的溶解质,减少水中细菌含量。如,在通过30~40 m宽的林带后,由于树木根系和土壤的作用,1 L水中所含的细菌数量比不经过林带的减少1/2。

(三) 净化土壤

植物的地下根系能吸收大量有害物质而具有净化土壤的能力。如,有的植物根系分泌物能使进入土壤的大肠杆菌死亡。

有植物根系分布的土壤,好气性细菌比没有根系分布的土壤多几百倍至几千倍,故能使土壤中的有机物迅速无机化,因此,既净化了土壤,又增加了肥力。研究证明,含有好气细菌的土壤,有吸收空气中一氧化碳的能力。

草坪是城市土壤净化的重要地被物,城市中一切裸露的土地,种植草坪后,不仅可以改善地上的环境卫生,而且还能改善地下的土壤卫生条件。