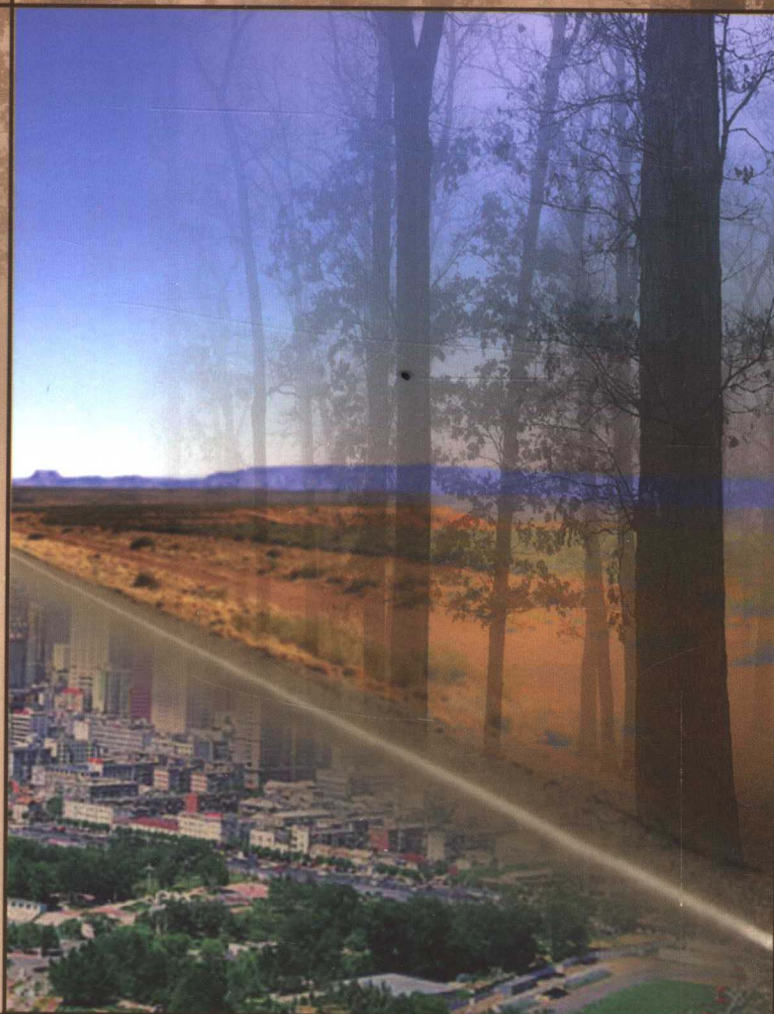


GANHANBANGANHANDIQU

CHENGSHISENLIANKANGHANJIANZHISHUJISHIHECTAIXIAOYIPINGJIA



干旱半干旱地区

城市森林

抗旱建植技术及生态效益评价

常金宝 李吉跃 主编

 中国科学技术出版社

干旱半干旱地区城市森林 抗旱建植技术及生态效益评价

常金宝 李吉跃 主编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

干旱半干旱地区城市森林抗旱建植技术及生态效益评价/常金宝, 李吉跃主编.
—北京: 中国科学技术出版社, 2005.12

ISBN 7-5046-4213-4

I. 干… II. ①常… ②李… III. ①城市 - 干旱地区造林②干旱区 - 城市 - 森林 - 生态效益 - 评价 IV. S728.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 133015 号

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 010—62103210 传真: 010—62183872

<http://www.kjbooks.com.cn>

北京市玥实印刷厂印刷

*

开本: 787 毫米×1 092 毫米 1/16 印张: 10.5 字数: 250 千字

2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—1000 册 定价: 45.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

顾 问 李吉跃

主 编 常金宝 李吉跃

副主编 杨明亮 白玉峰 韩志荣 刘生荣 张团员
高春明 莫 仁 韩艳洁

参编人员 张秋良 贾 峰 薛凤英 安 保 温义成
孙贵荣 张海清 哈申格日乐 乌仁陶格斯
包玉荣 郭二果 高优娜

研究资助:

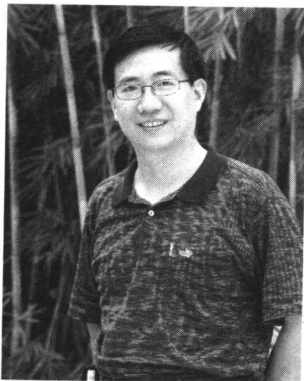
内蒙古农业大学

北京林业大学城市林业研究中心

北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室



常金宝 男, 1960 年 9 月生。内蒙古苏尼特左旗人。教授、硕士生导师, 1984 年毕业于内蒙古林学院沙漠治理专业。2004 年获北京林业大学森林培育专业城市林业方向博士学位。现任内蒙古农业大学林学院生态教研室主任。承担过多项科研课题的研究, 发表论文 30 多篇。承担国家科技部农业推广项目“防沙治沙固体水应用技术”, 参加国家自然科学基金项目“额济纳天然胡杨林生态用水机理研究”、“胡杨根土界面水分输移规律研究”、横向联合课题“神东矿区抗旱造林技术研究”等多项课题的研究工作。现在主要从事干旱半干旱地区城市森林建植技术与生态效益评价等工作。



李吉跃 男, 1959 出生。北京林业大学森林资源与环境学院森林培育学教授、博士生导师、学科负责人。中国林学会城市森林分会副理事长, 贵州大学客座教授。曾在加拿大多伦多大学林学院做博士后, 现为中国林学会学术委员会委员、中国林学会造林分会常务理事, 中国青少年发展基金会理事, 贵州省委、省人民政府科教顾问, 全国保护母亲河行动领导小组专家组成员, 国家林业局“干旱半干旱地区森林培育及生态系统研究”重点开放性实验室主任, 北京林业大学城市林业研究中心主任。长期从事人工林培育理论与技术、干旱半干旱地区植被恢复与抗旱造林技术、树木水分关系及其耐旱机理、树木水力结构与水分运输机理、土壤水分承载力与植被恢复机理以及城市林业等方面的研究。先后主持完成了国家攻关课题、国家及北京市自然科学基金、高等学校博士点基金、国家“863”子课题、国家农业科技成果转化资金项目及国家“948”引进项目等 10 余项。研究成果曾获林业部科技进步一等奖、国家教委科技进步(甲类)二等奖、第 5 届中国花卉博览会金奖等。已在国内外学术刊物发表论文 120 余篇、出版学术著作 3 部、论文集 9 部。



杨明亮 男，汉族，1958年9月生于内蒙古自治区鄂托克旗，高级工程师。1980年毕业于伊盟农牧学校林沙专业，1997年获西北农业大学林学专业本科学位，现任鄂托克旗林业局总工程师。

1989年获旗人民政府科技人员深入生产第一线先进工作者奖、1992年获旗人民政府先进科技工作者奖，1993年获旗人民政府颁发的1982~1985年农牧业资源调查和农牧业区划工作二等奖，同年获伊盟盟委、行署科技教育年活动先进个人，1996年获旗委、旗人民政府先进科技工作者奖，同年在推广应用飞机播种造林技术治理毛乌素沙地项目中，获内蒙古自治区农牧业丰收二等奖、内蒙古自治区科技进步二等奖，1997年获林业部技术推广一等奖，自治区林业厅科技进步一等奖，2001年被自治区林业厅授予内蒙古自治区林业站先进工作者光荣称号并于2003年参加编写出版了《鄂尔多斯林业科学技术数据库》一书，2005年被评为首届鄂尔多斯市优秀科技工作者，内蒙古自治区深入生产第一线作出突出贡献科技人员。



白玉峰 男，汉族，出生于1960年5月。中共党员，现任内蒙古准格尔旗林业局副局长，林业高级工程师；1982年毕业于伊盟农牧学校治沙造林专业，同年参加工作，1995年北京林学院函授本科毕业。本人参加工作以后，一直从事林业技术和业务工作，多次主持、参加过林业调查、清查、规划、设计、技术培训、考核评定和验收工作，参与了准格尔旗林业建设的决策、规划、组织、指挥、协调等工作，参加了鄂尔多斯市多项林业科研项目的调查研究工作。

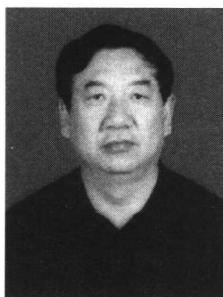


韩志荣 男，汉族，中共党员，1958 年 7 月生于内蒙古自治区准格尔旗。1977 年考入伊克昭盟农牧学校林沙专业；2002 年 9 月考入内蒙古农业大学林学专业函授学习，现任内蒙古准格尔旗林业事业发展中心副主任、工程师。先后主持和参加盟、旗二级科研及规模调查设计等，1991 年参加库布齐沙漠植物资源调查，获伊克昭盟科技进步三等奖。近年参加准格尔旗退耕还林工程和天然林保护工程，从作业设计到施工及检查验收，工程的实施均受到上级业务部门的好评。

2004 年参与中、韩国际合作项目荒漠化治理工程。



刘生荣 男，汉族，1965 年 12 月生于内蒙古自治区达拉特旗。1984 年毕业于原伊克昭盟农牧学校林学专业，2000 年内蒙农业大学林学函授本科毕业，现任现任鄂托克旗林业局副局长，工程师。主持和参加过“三北”防护林体系建设工程、包兰铁路护路林工程、黄河护岸林工程、毛乌素沙地防风固沙林建设工程、国家生态环境建设重点县工程、天然林资源保护工程和退耕还林工程等。取得了很大成就，1990 年被旗政府评为科技人员深入生产一线先进工作者；1991 年被自治区团委、林业厅、水利厅评为黄河护岸林建设先进个人；1992 年获伊盟行署科技人员深入生产第一线三等奖。工作以来，先后参与了《伊克昭盟林业志》、《鄂尔多斯林业科学技术数据库》等专著的编写，担任编委。



张团员 男，1955 年 10 月出生，内蒙古乌兰察布市四子王旗人。1982 年毕业于内蒙古林学院林业机械设计制造专业。现任鄂尔多斯市造林总场场长，中共党员，林业正高级工程师。长期从事沙漠治理工作，承担多项研究课题。工作期间完成研究论文 20 余篇。参与《鄂尔多斯林业科学技术数据库》和《鄂尔多斯林业的理论与实践》、《风沙运动学》等专著编写工作。主编出版了《库布齐沙漠自然环境与综合治理》一书，主持完成的“库布齐沙漠防风固沙技术研究”课题获鄂尔多斯科技进步二等奖，自治区科技进步三等奖。2003 年获人事部、国家林业局授予的“全国林业系统先进工作者”称号；2004 年获全国十大国有林场管理奖。



高春明 男，1960年1月出生，内蒙古土左旗人。1983年毕业于内蒙古林学院沙漠治理专业。现在鄂尔多斯市造林总场任场长助理，中共党员，林业正高级工程师。长期在基层从事沙漠治理工作。承担过多项科研课题，发表过10多篇论文。参与《库布齐沙漠自然环境与综合治理》的编写工作。承担完成的治沙造林技术在包神铁路风沙段的应用分别获自治区丰收二等奖，自治区林业厅科技进步一等奖，林业部三北防护林体系建设技术推广二等奖。承担的“库布齐沙漠防风固沙技术研究”获鄂尔多斯科技进步二等奖，自治区科技进步三等奖。



莫仁 男，蒙古族，1970年11月生于内蒙古自治区鄂托克旗。1990年毕业于伊盟农牧学校林沙专业。2000年内蒙古农业大学林业函授本科毕业。现任内蒙古自治区鄂托克旗林业局林业工作站站长。长期在基层从事治沙造林工作，参加了多项国家及自治区林业建设工程，取得了显著的成就，2004年被自治区林业厅授予“内蒙古自治区基层林业站建设和林业技术推广先进个人”荣誉称号；2004年所撰写的科研论文《浅谈林木容器育苗技术》获中国基础教育学会学术研究委员会教育教研一等奖；2005年获鄂尔多斯市科学技术进步一等奖一次。



韩艳洁 女，1958年12月生，毕业于原内蒙古林学院林学专业，现为内蒙古农业大学林学院硕士，高级实验师。中国菌物学会会员。主持及参加国家自然科学基金项目等5项，主持及参加教学研究课题3项，其中《垂柳锈病的研究》获林业部科技进步二等奖。出版教材1部，发表学术论文15篇。

序

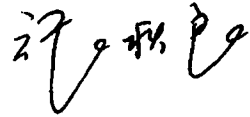
城市是人类赖以生存和发展的重要环境基础之一。城市化趋势也是 20 世纪末以来中国社会经济发展的主要趋势之一。随着国家西部大开发战略的实施，中国西北干旱半干旱地区的城市化发展趋势呈加速状态。这种快速发展的趋势，在给社会带来巨大文明进步和经济发展的同时，也带来了一系列严重的生态环境问题，诸如大气污染、热岛效应以及水污染等。严峻的生态环境问题，已成为中国西北干旱半干旱地区城市化健康发展的主要障碍。中国生态环境建设（包括城市生态环境建设）的核心问题就是植被建设问题。随着生态学和林学等学科的发展，人们越来越多地认识到建设稳定且可持续发展的城市绿色植被，是解决城市生态环境问题的主要技术措施之一。但在干旱半干旱地区，水分缺乏，干旱胁迫又成为了植被建设（包括城市植被建设）的关键限制因子。

常金宝和他的同事们从 20 世纪 90 年代中期开始着手城市森林、城市林业的课程设置、教材编写和相关科研课题的研究以来，一直潜心于干旱半干旱地区城市森林抗旱建植技术和城市森林的效益评价的研究，取得了较大的进展，本著作是部分研究成果的总结和集成。

本书以城市森林的理论和思想为指导，以干旱半干旱地区城市森林植被抗旱建植技术和城市森林的生态效益分析与评价为背景，针对区域城市化发展进程中亟待解决的水分限制与生态效益量化评估的理论和实践问题，以地处干旱、半干旱风沙区的神东矿区和达拉特火力发电厂森林植被为对象，在系统研究和分析国内外相关研究领域最新研究成果和方法的基础上，以试验和抽样调查的方法，结合聚类分析、灰色关联度分析、SAS 等统计分析方法，对我国干旱半干旱地区城市森林抗旱建植技术及生态效益评价的理论和相关技术途径等问题进行了系统的研究，明确提出了在干旱半干旱地区，城市森林植被建设必须建立在节水抗旱的基础之上，必须要与建成后的城市森林植被的生态效益尽可能达到最佳，且与最优化的水分利用效率相结合的观点，将生态效益的最优化放在抗旱节水建植技术的基础上，并提出了抗旱节水技术是干旱半干旱地区城市森林植被建植的主要途径，生态效益评估是评价其效益高低的基本标准，丰富

和完善了城市森林的理论，为城市森林在干旱半干旱地区的实施提供了理论基础、技术支持，具有现实指导意义。

本书基础资料充分，内容丰富翔实，结构清晰，结论可靠，对城市森林抗旱建植技术和生态效益评价的研究和阐述细致入微，具有一定的深度和广度，相信会对我国干旱半干旱地区城市森林建设起到一定的推动作用。



2005年3月20日

前 言

城市森林学是一门新兴学科，随着世界城市化进程的加速，这门学科的研究和应用发展很快。本书中的内容正是基于上述背景下开展研究的，目的在于揭示干旱半干旱地区城市森林植被建植的内涵及与抗旱节水保墒技术的相关关系，探讨干旱半干旱地区城市森林植被的建植与生态效益评价的理论方法及其应用，提出相应的技术手段和评估体系，为我国城市森林的实践服务。为此，本书采用理论与实践相结合，规范分析与案例分析相统一的方法，对城市森林体系建设的背景与发展趋势，我国干旱和半干旱地区城市森林建设与抗旱造林技术的相关关系，城市森林植被生态效益的评估等内容进行了系统的阐述，以探求正确处理干旱半干旱地区城市发展与环境保护的关系以及城市森林可持续发展的途径，从而推动城市森林的发展。

由于城市森林学涉及的学科多，知识面广，综合性强，而作者水平有限，难免有错误和不当之处，敬请读者批评指正。

目 录

导 论

| | |
|--------------------|-----|
| 一、实践的迫切需求 | (1) |
| 二、理论与实践结合的薄弱 | (3) |
| 三、全文研究的框架 | (5) |

第一篇 理论与方法

| | |
|---|------|
| 第一章 城市森林研究背景与发展趋势 | (8) |
| 1.1 城市森林的概念 | (8) |
| 1.2 城市森林产生的背景 | (10) |
| 第二章 干旱半干旱地区城市森林建设的基本问题 | (15) |
| 2.1 西部大开发过程中城市化趋势分析 | (15) |
| 2.2 城市森林植被建设—干旱半干旱地区城市可持续发展的必由之路 | (18) |
| 2.3 抗旱节水建植技术—干旱半干旱地区城市森林建设的重要途径 | (19) |
| 2.4 生态效益评价—衡量城市森林效益高低及抗旱节水建植技术合理 与否的科学基础 | (24) |
| 第三章 干旱半干旱地区城市森林抗旱节水建植技术的理论基础与研究进展 | (27) |
| 3.1 干旱半干旱地区城市森林抗旱节水建植技术的理论基础 | (27) |
| 3.2 抗旱造林技术研究进展 | (31) |

第二篇 干旱半干旱地区城市森林抗旱建植技术研究案例分析

| | |
|----------------------------------|------|
| 第四章 神东矿区自然环境及社会经济概况 | (42) |
| 4.1 自然环境概况 | (42) |
| 4.2 社会经济概况 | (43) |
| 第五章 试验设计与调查方法 | (44) |
| 5.1 城区及郊区绿化树种生长状况调查 | (44) |
| 5.2 野外试验设计 | (45) |
| 5.3 室内盆栽试验设计 | (46) |
| 第六章 结果与分析 | (48) |
| 6.1 城区及郊区绿化树种调查结果 | (48) |
| 6.2 野外造林试验结果 | (50) |

| | |
|-----------------------|------|
| 6.3 室内耐旱性盆栽试验结果 | (59) |
| 6.4 小结 | (67) |

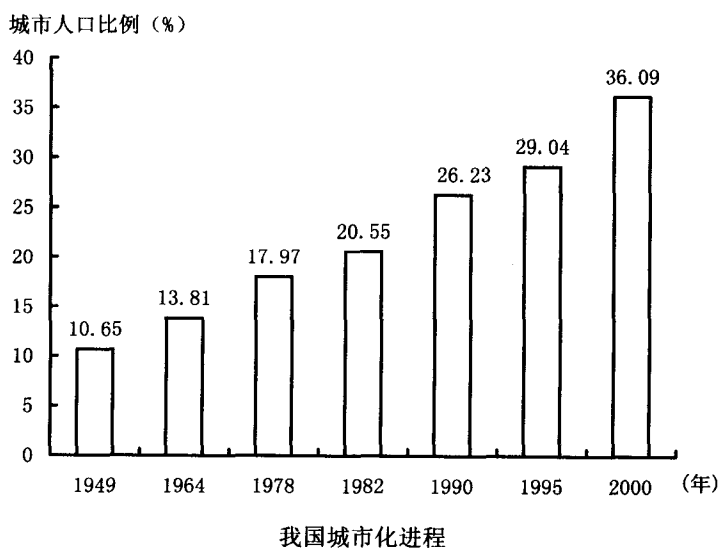
第三篇 干旱半干旱地区城市森林植被生态效益评估研究案例分析

| | |
|-------------------------------------|-------|
| 第七章 研究地区的概况 | (70) |
| 7.1 自然环境概况 | (70) |
| 7.2 内蒙古达拉特火力发电厂及主要环境危害因子概况 | (71) |
| 第八章 研究方案与研究方法 | (72) |
| 8.1 研究方案 | (72) |
| 8.2 研究方法 | (72) |
| 8.3 数据处理 | (76) |
| 第九章 研究内容与结果分析 | (77) |
| 9.1 干旱、半干旱风沙区厂(矿)环境绿化模式的建立 | (77) |
| 9.2 干旱、半干旱沙区厂(矿)绿化美化植物种的选择与评价 | (78) |
| 9.3 干旱半干旱沙区厂(矿)绿化美化适宜树种的多目标评价 | (101) |
| 9.4 达拉特电厂森林植被的生态效益评估 | (125) |
| 9.5 小结 | (140) |
| 第十章 结论与讨论 | (142) |
| 10.1 结论 | (142) |
| 10.2 讨论 | (145) |
| 参考文献 | (146) |
| 后 记 | (153) |

导 论

一、实践的迫切需求

城市森林是城市生态系统的初级生产者，在改善城市生态环境质量，维护城市生态系统稳定，促进城市可持续发展中发挥着不可替代的作用。随着人类社会的发展，城市便开始逐渐形成并最终成为世界一半人口的集聚之地。可以说，当今世界已经进入了城市化的时代，城市作为在自然生态系统基础上改造和营建出来的人工生态系统和给人类加工物质、积累信息、提供便利生活条件的高效场所，其能流、物流、信息流和人流的水平与发展速度都高于周围地区，已成为人们生活、开展经济建设和科学文化等各项活动的重要舞台。城市也是理解人类的精神、习俗、文明和审美观念的窗口：在维也纳旧城那曲折蛇行、方石铺地的街道上，我们可以聆听到缓缓而去的马车传出意蕴悠长的历史足音；在纽约密如蛛网的立体化公路上，我们可以看到奔涌而来的汽车构成的彩色河流，从中感觉到现代城市文明的气息；从莫斯科那众多指向天空的教堂尖顶，我们可以感觉到一种古老的信仰；从东京那汪洋肆溢的建筑群，我们能够察觉出一种无视自然的现代张狂；从北京上空那不见青天的弥漫烟雾和肆虐疯狂的沙尘暴，我们从心底发出声声的呐喊——“救救我们的城市”。



人类是城市生态系统的建造者，是城市型生产方式和生活方式的缔造者。伴随着人类5000年的文明发展，人类创造了地球陆地生态系统中生产力最高，经济文明最发达的城市生态系统，同时也为该系统深深地刻下了单调、脆弱、依赖和背离大自然等烙印。作为城

市的唯一主宰，人类在城市中不断创造着灿烂辉煌的文明。尤其是 19 世纪的工业革命使城市聚集了开发自然也同时背叛自然的巨大能量，终于，20 世纪的城市对自然的背离达到了忘乎所以的程度。城市化发展给社会带来了长足进步，但是这种进步却始于对自然资源的破坏性的开发和掠夺性。人口爆炸、水源危机、地面沉降、环境恶化，住房紧张、交通拥挤、就业困难等等，已成为人们深感忧虑的社会性问题。从森林中走出来的人类被迫意识到“城市必须与森林共存”，“将森林引入城市，把城市建立在森林中”已成为现代人类的迫切要求。自从 1965 年加拿大科学家首次提出“城市森林”和“城市林业”的概念以来，城市森林在世界各国迅速发展起来，先后出现了华盛顿、华沙、东京、新加坡、巴黎、堪培拉等一批绿色城市。城市森林已被视为现代化城市的一个重要标志。

我国的城市化起步较晚，城市化水平也不及发达国家，但随着社会经济的飞速发展，特别是 20 世纪 80 年代以来，我国城市化进程也在不断加快。从图中可以看出，1950 年，全国城市人口比例为 10.65%，到 1982 年全国城市人口比例为 20.55%，30 年间城市人口的比例仅增加了约 10 个百分点，但从 1982 年到 2000 年全国城市人口的比例由 1980 年的 20.55% 猛增至 2000 年的 36.09%，不到 20 年的时间增加了 15.54 个百分点（引自全国第五次人口普查资料，2000）。与国家整体城市化水平和东部沿海发达地区相比，西部特别是西北地区城市发展还具有诸如数量少，密度小，分布极不平衡的特点。截至 2000 年，西部地区城镇数量仅占全国城镇数量的 24.1%，而东部则达到 45.0%，西部地区平均每 1208km² 的面积上才有 1 个城镇，远远低于中部地区（每 479km² 就有 1 个城镇）和东部地区（每 158km² 就有 1 座城镇）（王放，2001）。但随着西部大开发战略的实施，近年来城市化趋势发展迅猛，据统计，改革开放以来，该区域城市化的年均增长速度是同期世界城市化平均增长速度的 2 倍。由于我国是个发展中国家，城市化是在人口基数庞大、生态环境较为脆弱、资金和技术相对缺乏的情况下进行的，城市环境问题尤为突出。全国有 300 多座城市缺水，每年缺水量达 71 亿 m³，日缺水量近 2000 万 t（彭镇华，2003）。缺水分为四种类型：资源缺水型、工程缺水型、污染缺水型和给水设施不足缺水型。在南方地区，污染缺水型占南方缺水城市的 70% 以上，缺水城市主要集中在华北沿海省会、工业型和商业型城市。一些城市由于地表水严重不足，又导致地下水的过度开采。多年过量开采地下水，在一些城市中形成区域下降漏斗或引起地面沉降，较为严重的包括上海、天津、苏州等。地下水过量开采的另一个后果是海水入侵，特别是在沿海地区，山东莱州湾海水入侵以每年 400m 的速度向内陆推进，造成耕地盐碱化，居民吃水困难（何兴元等，2002）。

我国城市大气污染物中粉尘和凝结物的数量比郊区高 10 倍，近 20 年来，城市大气环境污染始终是以粉尘、二氧化硫为代表的煤烟型污染，特别是在北方干旱半干旱地区的城镇表现的尤为突出。主要特点是大气污染冬季重于夏季，早晚重于中午的时间变化规律。全国城市大气污染物中硫化物、氮化物、碳氧化物等有害气体比郊区高 5~20 倍，一半以上城市的空气质量低于世界卫生组织的标准。

我国水污染状况日益严重。而且大多数水体是以有机污染为主。特别是在城市附近的水域，由于生活污水的随意排放，其污染更为严重，集中体现在化学需氧量（COD），生活需氧量（BOD），挥发酚、氰化物、氨氮、硝态氮等主要污染指标总体上仍呈恶化的趋势。城市饮用水源受到不同程度的污染，主要污染物是细菌、化学耗氧量（综合指标）、氨氮、硝态氮、磷等。其中呈加重污染指标是化学耗氧量、硬度、氨氮等。城市地下水污

染中,三氮等致癌物质和硬度指标呈加重趋势,许多城市的井水水质超过国家饮用水标准,超标率逐年增加(扬小波等,2000)。

城市噪声依然存在,部分区域环境噪声呈加重趋势。城市居住环境条件对他们的影响要高于户外,居住或工作环境功能失调正形成我国城市生态的一个关键性问题。同时,由于城市是人群高密度聚集的集合体,因此,人口密度的人类生态效应也呈聚集和爆发的态势。城市由于人类活动所造成的生态破坏,环境污染,“热岛”效应及局部环境问题对城市居民生理、心理健康已形成不良影响和潜在威胁。据北京市环保所调查,北京市肺癌死亡率与大气环境中的苯并芘[α]浓度呈正相关关系,且相关系数接近于1,中污染区男性肺癌死亡率是轻污染区的2~3倍。女性则为3~4倍。除此之外,一些常见病,特别是呼吸道疾病患病率也随城市大气污染程度的增加而增高。例如,北京市重污染区肺结核患病率是轻污染区的2倍,肺炎患病率为1.5倍;支气管和鼻炎患病率均为1.5倍;沙眼、慢性结膜炎和儿童贫血患病等也是重污染区较高(扬小波,2000)。

纵观改革开放20多年我国城市环境发展动态可以看出,城市化进程正面临人口数量不断增多,资源短缺不断扩大和环境负荷不断加重的压力,加快城市生态环境保护与建设、改善城市的生存与发展条件已经成为当务之急。近10年来,城市森林在城市环境建设中的独特地位,开始受到中央和城市决策者们的重视。1994年国务院通过的“中国21世纪议程——中国人口环境与发展白皮书”明确提出要强化城市的绿化美化工作,此后通过的“21世纪议程——林业行动计划”进一步确立了“建设布局合理的城市森林环境,到2000年人均公共绿地面积达到 7m^2 以上,2050年达到 $25\sim 50\text{m}^2$ 的行动目标”,从而有力地推动了绿化美化城市的浪潮。越来越多的城市决策者意识到发展城市森林不仅是一项利国利民的重要公益事业,也是改善城市投资环境,提高城市身价,增强城市竞争力的有效手段。不少城市投入巨资建设“园林式城市”或“花园式城市”,一些经济发达地区的城市,如大连、珠海、中山等市的绿化、美化水平已接近中等发达国家水平,更多的城市开始效仿,相继提出了自己的城市森林规划,城市森林在我国的发展正呈燎原之势。

在将城市森林从概念和观点逐步引向实践的进程中,人们意识到亟待解决的问题就是如何优化城市森林的环境效益以及在于旱半干旱地区解决城市森林植被建植的主要限制因子——水分匮乏的主要技术途径是什么?特别是可操作可大面积应用的技术方法。缺乏连接理论与实践的纽带,城市森林的生态效益只能是动听的言辞或者停留在定性概念上面而被束之高阁,难以准确衡量城市森林对城市可持续发展的真实贡献,从而无法有效地指导城市森林的实践。因此,开展城市森林环境绿化研究是城市森林实践的迫切需要,深化确定适宜的抗旱造林技术是干旱半干旱地区工矿城市森林植被建植成功与否的关键。

二、理论与实践结合的薄弱

城市森林学还没有形成成熟的理论,但是,作为一门边缘的交叉学科,城市森林学在形成和发展过程中,吸收了如森林学、园林学、美学、森林生态学、景观生态学、人类生态学等其他多学科的现有理论,因此上述各门学科的理论应成为城市森林的理论基础。然而就目前的研究现状而言,城市森林学的理论与实践还难以担负起完全解决城市环境胁迫、

城市生态平衡的失调的历史使命，主要有如下表现。

（一）城市森林学的理论基础研究尚处在探索阶段

尽管森林所具有的环境功能价值（环境再生产价值）已成为人们的共识，但城市森林环境价值的形成原理、表现形式和实现机制等基础理论上，学术界还停留在争论上。以生态学原理和社会—经济复合生态系统理论为指导，从系统和整体上把握城市森林生态系统与城市生态系统的关系正成为主要的研究方向。但目前尚缺乏系统和全面地对城市森林生态系统和城市生态系统关系的深入研究与分析，譬如如何把握城市森林的布局、规模，各林种、绿地与各种植物群落适宜比例的研究；各种城市生物群落的演替变化规律、稳定性及其与自然环境、城市人工环境、城市物流、能流及人流等关系的研究；城市森林的多功能综合目标及社会、生态、经济效益协调发展的战略研究等。

（二）缺乏统一的城市森林学研究标准

因为城市森林的研究才刚刚起步，对此并没有一种权威的、确切的、统一的认识，若各地区对城市森林研究的标准不一致，各地区的研究就缺乏可比性，研究成果也得不到推广。比如对城市森林的概念就缺乏统一认识，有的地区称为城市植被，有的地区称为城市森林或城市园林。因此我们的首要任务是将城市森林的概念、研究范围和内容、效益评价等制定出统一的标准。要完成此项任务，有必要查阅《城市森林》等相关书籍，同时应该与开设此类课程的有关院校取得联系与合作，进行交流。更重要的是，我们应该发起城市森林的学术会议，邀请有关的专家和学者进行座谈，讨论有关城市森林研究方面的问题，达成一致的意見，建成城市森林较为完整的理论体系。这对于我们今后研究工作及城市森林学科的发展都具有战略性的意义，同时应加强国际间的合作与交流，学习国外城市森林方面的研究方法，与我国的实际相结合，使我国的城市森林研究与世界一致，使我国的研究能与世界城市森林研究接轨，并且具有我们的特色。

（三）改进城市森林学的研究方法特别是与生产实践密切结合

的研究方法

随着现代信息技术的快速发展，3S 技术在城市森林研究方面得到了广泛的应用。结合计算机可以对城市森林进行编目、管理，收集有关数据，构建城市森林系统的模型，可以对城市森林进行合理规划，综合评价城市森林的效益，构建城市森林的发展趋势，预算城市森林财政开支。目前，市场上已有些城市森林方面的软件出售，MILLER（1996）在其《城市林业》一书中列出了 13 种城市森林编目及管理软件，并着重介绍了 CITY TREES 模型的使用，该模型的最新版本 CITYGREEN 3.0 是美国林业署 1999 年发行的一款基于 Arcview GIS 的城市森林管理及生态效益分析软件，基本上代表了美国目前在城市森林模型研究方向的最新成果。

利用地理信息系统、遥感技术等工具对城市森林进行研究，可以更快地了解城市森林的树种构成、覆盖率及类型、空间与布局、健康状况，年龄分布、更替状况，而且对 GIS 信息图册的更新比起传统的制图方式更快速、更简捷。今后在这方面的研究重点趋向于以