

绿化环境 效应研究

(国内篇)

● 冯采芹 编 ●



中国环境科学出版社

绿化环境效应研究

(国内篇)

冯采芹 编

中国环境科学出版社

1992

(京)新登字089号

内 容 简 介

本书是从80年代国内主要刊物发表的绿化环境效应的论文汇编而成。内容包括：绿化改善小气候、净化大气、杀菌减噪作用、净化污水、土壤，以及对人体健康和其它效应等。共收入论文39篇，内容丰富，数据可靠。本书可供园林、环保、城市规划、林业和城建等有关部门的领导和教学、科研人员参考。

绿化环境效应研究

冯采芹 编

责任编辑 张维平

*

中国环境科学出版社出版

北京崇文区北岗子街8号

北京市通县永乐印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

1992年12月第 一 版 开本 787×1092 1/16

1992年12月第一次印刷 印张 13 3/8

印数：1— 2 000 字数 334千字

ISBN 7-80093-170-6/X · 615

定价：8.50元

序

城市绿化具有多种防护功能，对改善城市气候、净化空气、减轻污染、保护环境具有重要作用。绿化防护带，还能起到滞尘、杀菌、减弱噪声和防灾等作用。园林绿地又是人们进行户外活动、游憩的场所，并且有益于身心的健康。绿化可改善城市环境质量这一科学原理，较长一段时间以来就受到党和国家的重视。提出“普遍植树、绿化祖国”的口号，这一活动已持续开展了十余年，取得了可喜的成效。

虽然早在60年代对环境问题就有所认识。开始了这方面的研究。只是研究内容多限于污染对植物的危害和抗污染植物的选择方面居多，对绿化功能方面的研究很少。70年代初期，由于国内尚缺乏这方面的研究工作，在进行宣传、列举效应的数据时，不得不引用国外的数据和资料。

70年代后期，人们对城市绿化的作用，绿化与城市生态的关系有了新的认识和提高；80年代以来，对绿化改善城市环境质量方面的研究，有了深入和发展，不少这方面的研究成果受到励奖。但由于分散发表在各种刊物或内部材料上，宣传文章中引用较少。冯采芹同志有鉴于此，从80年代国内主要刊物上已发表的有关绿化保护改善环境作用方面的论文40多篇，分类汇编成册。这一文集的出版，对于绿化防护功能的科学宣传具有重要意义，也为科学研究、教学和决策部门提供具有科学依据的信息，有重要参考价值，是以乐为之序。

汪菊渊

前 言

环境是人类赖以生存的基本条件。令人焦虑的是，随着现代工业化的兴起和掠夺式的采伐森林的结果，不少生物种类正濒临灭绝或已经灭绝，环境日益受到污染破坏，生态平衡正在受到威胁。有识之士有鉴于此，在大声疾呼：停止污染，拯救地球！

目前，不少国家的政府和民间组织为了防治污染，正在运用法律的、经济的和科学技术等方面的措施来促进环保工作。我国政府还明确地把环境保护工作列为基本国策，正在为防治污染，保护环境而努力。尽管如此，我国的环境污染现状与发展趋势依然十分严峻。

防治污染，保护环境是一项庞大的系统工程。需要多方协作，共同配合，综合治理方能奏效。在防止污染的诸多措施中，植树绿化是一项有效的措施，与其他措施相比，还具有投资少见效快，效益长远等特点。绿化对防止水、气、噪声、固体废弃物等方面都能起到减缓作用。只是由于我国对这方面的研究起步较晚，故目前这方面的研究成果还不够多。

编者辑录了绿化的环保效应方面的论文40多篇，内容丰富，数据可靠。反应了80年代以来我国研究绿化效应从定性向数量化发展的进程，有一定的代表性。并由此可见近10年国内在该领域研究之一斑。我相信这一文集的出版，有助于广大读者对绿化作用的了解，对有关部门的领导、教学和科技工作者也将提供十分有益的参考资料。

陈 向 远

目 录

第一部分 改善小气候

北京夏季绿地小气候效应.....	陈 健等 (1)
试谈重庆城市绿化的降温效应.....	蒋国碧 (9)
南京城市绿化树木改善小气候的效应.....	吴钦传 (16)
园林绿化改善小气候的功能.....	蒋美珍等 (19)
郑州市城市园林绿化夏季降温增湿效果的初步观测.....	魏西岭等 (23)
垂直绿化的夏季降温效应.....	虞耀瑾等 (32)
对攀援植物降温增湿效应的观测.....	钱珠民 (36)

第二部分 净化大气

绿地净化空气的效能及防污绿地的设计原则.....	李嘉乐等 (41)
绿化植物对环境污染物质净化效益的研究.....	董成文等 (54)
西湖环湖绿化对净化二氧化硫和滞尘的效应.....	蒋美珍等 (60)
绿化植物减轻大气污染的效应.....	吴钦传 (67)
城市绿地的防尘效应.....	何绿萍等 (71)
有关林木净化二氧化硫的几个问题.....	冯采芹等 (76)
植物净化二氧化硫作用的研究.....	张维平等 (81)
绿化林木对氟污染净化效应的研究.....	刘 耘等 (87)
植物对氯气的吸收净化作用.....	高绪评等 (92)
绿化在城市碳氧平衡中的作用.....	冯采芹等 (98)

第三部分 杀菌、减噪作用

树木杀菌作用研究初报.....	花晓梅 (105)
卫生防护林带对周围空气的净化作用.....	顾祖宜等 (111)
城市空气细菌含量及其影响因素的调查.....	唐荣兰等 (114)
绿化对减少空气含菌和减噪声的初步观察.....	吴钦传 (115)
城市绿化的声衰减.....	程明昆等 (119)
城市绿化减噪声效果的研究.....	蒋美珍 (125)
城市道路绿化减噪声效应的研究.....	刘镇宇等 (128)

第四部分 净化污水、土壤

水生高等植物净化污水中硫化物的探讨.....	黄道营 (137)
常见四种水生植物对制浆造纸废水净化处理的研究.....	刘光良等 (142)

应用水生植物氧化塘生态工程处理炼油废水·····	唐述虞等 (147)
红树幼苗对汞的吸收和净化·····	陈荣华等 (152)
木本植物对土壤汞污染防治功能的研究·····	林治庆等 (157)

第五部分 保健及其它效应

绿化对人群健康的影响·····	蒲文兴等 (163)
城市地区绿地的生态经济效益·····	李宪法 (167)
北京市区绿化与居民夏季舒适度·····	陆鼎煌 (171)
城市公园空气离子的调节作用·····	薛茂荣等 (180)
城市公园绿地与防震·····	朱钧珍等 (181)
森林公园环境效益·····	陆鼎煌等 (183)
浅谈园林绿化的视、听、嗅觉效应·····	秦 峰 (191)
治理北京风沙的有效对策·····	陆鼎煌 (195)
银川市公用防护林带绿化效益调查报告·····	高瑞祯等 (199)
后记·····	(208)

第一部分 改善小气候

北京夏季绿地小气候效应*

陈 健 崔 森 刘镇宇

(北京林业大学) (中国林科院林研所) (北京市园林科研所)

一、前 言

绿地是指树木和草地等绿色植物下垫面。城市绿地包括林荫大道、公园绿地、防护林带等有绿色植物的地方。

北京位于东经115°, 北纬40°, 西北依燕山支脉海拔约1800m的军都山, 东南临渤海, 是亚洲大陆东岸温带季风气候, 夏季炎热潮湿, 七、八月是雨季, 冬季寒冷干燥, 这是北京的大气候型。我们研究的不是此问题, 而是以绿地为下垫面的城市小气候。

关于小气候, L.J. Batten的定义: 小气候这个名词用来代表从地面到不受地面影响高度的气候, 十几米, 或100m的高度, 这一层是人类生活和植物生长的区域和空间。从这一定义可以说明, 下垫面对小气候的重要性。以绿地为城市下垫面, 一定会影响城市小气候, 改善城市小气候。

由于绿地对太阳辐射的反射及蒸发冷却作用, 有降低温度的效应, 其中以蒸发冷却为主。A. Baumgartner发现: 一片云杉幼林每天由于蒸腾作用能消耗太阳辐射能的66%。Buge在汉堡(Hamburg)研究(1972): 一株行道树每年蒸发5m³的水, 若每公顷500株行道树, 都能蒸发同样数量的水, 将产生 $6.28 \times 10^{12} \text{J}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ 的冷却作用。Kramer研究: 一株孤立木(有充足的土壤湿度), 每天可以蒸发88加伦的水(等于400L), 需热 $1.005 \times 10^9 \text{J}$ 。这些资料虽然都没有说明树木的自身条件和气象条件, 但都可以说明树木每天或每年蒸发大量的水, 消耗大量的热, 蒸发冷却的效果相当大, 使城市空气大量失热, 改变城市的热量平衡与水量平衡。

城市温度, 无论冬夏都比郊区高, 尤其夏季, 有些城市成为热岛(heat island), 如美国的圣·路易士和密苏里, 都是著名的城市热岛。由于城市建筑、绿地、公园等具体情况有很大差异, 所以城市每个地方都有它自己的小气候特性。美国森林气象学者

* 每次观测, 北京林学院气象教研宝姚丽华, 邵海荣, 陆鼎煌, 袁嘉祖四位同志先后都参加过指导, 特此致谢。

C.A.Federer认为城市气候可分为三类：第一类，有庞大的蒸发和蒸散区域，如公园、林荫大道，沿河岸及湖滨的街道，这类地区因有广大的蒸发面，夏天温度较低，湿度较大，且因较少天然障碍，风速也大。第二类，是宽广而较少树木的街道、广场，这种地区的小气候，温度高而湿度小，高温常趋于极端，风速较郊区小。第三类，是狭窄无树的街道，高大建筑造成的天井，这类地区，因为有高大建筑物，吸收更多的太阳辐射能，夏季干燥炎热，风速较小。我们观测的城区8个点：如龙潭湖公园，紫竹院公园，陶然亭公园以及正义路东直路林荫大道，都有广大的蒸发面，属于C.A.Federer的第一类。而天安门广场，电报大楼大街，东单体育场，是宽广而少树的大街和广场，属于C.A.Federer的第二类。我们所选择的观测点是与C.A.Federer方法相一致的，因此我们认为，测点的选择是有一定的代表性。

1979~1981三年夏季观测，都在8月中下旬，正是植物生长旺盛季节。时间虽相同，但天气却不相同：1979年夏季8月中旬，北京连续降一个月的雨，观测在雨季之后；1980年夏季北京没有明显的雨季；1981年夏季北京降雨也较少，雨季后，较长时间在副热带高压控制下，气温较高，8月23日至25日观测三天，只有8月25日是晴天，但有四五级大风。所以这三年夏季观测的结果，都受不同程度的天气影响，从观测记录看，三个夏季绿地小气候效应，基本上是明显的、一致的，这就肯定了绿地在改善城市小气候中的作用，为城市规划与建设提供了有一定参考价值的理论依据。

二、太阳辐射

由于大气的吸收、反射及散射作用，太阳辐射通过大气后要减弱。减弱程度主要取决于两个因素：太阳辐射经过大气路程的长短和大气透明系数。在北京市区观测点的纬度和海拔高度大致相同，即大气层的厚度相同，第一个因素可以不考虑。而大气的透明系数是不同的，因为城市各处大气中水滴和烟尘多少不同，城市各处的大气透明系数亦异，太阳辐射强度当然不同，天安门广场与近郊林荫大道东直路（林外）相比，可以看出来明显的差异（如表1）。

天安门广场与近郊东直路两地虽同一纬度，同一海拔高度，相距不到10km，太阳辐射强度相差却很大。1981年8月25日晴，从10时到14时30分，林荫东直路（林外）的太阳辐射强度比天安门广场大1/2强，全部在 $4.19\text{J}/\text{cm}^2$ 分以上，超过正常值，而天安门广场太阳的辐射强度，全部在 $2.30\text{J}/\text{cm}^2$ 分以下，小于正常值。两地的最大太阳辐射强度虽然都出现在13时（标准时），但天安门广场的最大太阳辐射强度约为近郊东直路的最大太阳辐射强度的48%。这些差值的出现，可以肯定市内水汽烟尘较多，透明系数小，因而使太阳辐射强度也较小。城市与郊区太阳辐射强度虽有差别，但没有相差如此大的。上述情况主要是绿地有抑制地面扬尘、净化大气的作用。东直路两侧都是40~50m宽的林带，且有片林。在测点附近东直路南面是宽50m的毛白杨林带，18年生，平均高度12m，林带郁闭度为0.8，天然草皮覆盖度为0.7，草的高度30cm。这样的绿地环境，对地面的扬尘，有一定的抑制作用，净化作用。而天安门广场因为绿化较差，水泥铺装路面较广，交通流量亦大，使大气层微尘增加，减小大气的透明系数，因而减小了太阳辐射强度。

表1 太阳辐射强度 (1981.8.25, 晴天)

时 间	地 点		
	天安门广场	郊区东直路	天安门广场与东直路 太阳辐射强度百分比
9	0.18	0.70	26
9:30	0.34	0.86	43
10	0.46	1.00	46
10:30	0.49	1.05	47
11	0.45	1.10	41
11:30	0.52	1.00	52
12	0.53	1.10	48
12:30	0.54	1.12	48
13	0.55	1.14	48
13:30	0.54	1.11	49
14	0.53	1.11	48
14:30	0.47	1.08	44
15	0.42	0.85	49
15:30	0.36	0.61	59
16	0.33	0.58	57

三、温 度

1. 地表温度

从表2分析, 日平均地表温度以天安门广场最高, 其次是电报大楼大街及东单体育场, 因为这些地方绿地较差。1979~1981年夏季三个观测日的日平均地表温度, 东直路林带比天安门广场低 6.1°C , 正义路绿地比天安门广场低 5.2°C , 这是东直路林带及正义路

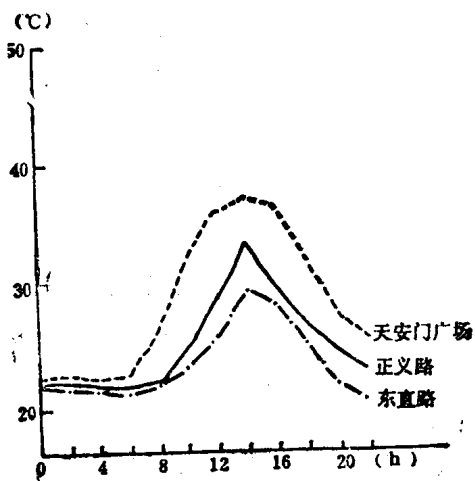


图1 地面温度变化曲线
(1981.8.25)

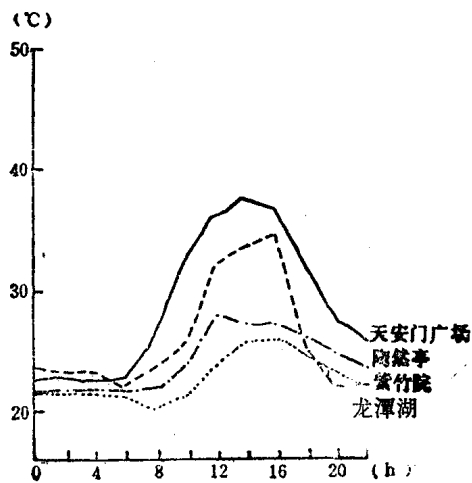


图2 地面温度变化曲线
(1981.8.25)

绿地, 对太阳辐射的反射较强, 蒸腾冷却作用较大, 因而日平均地表温度也较低(图1)。

公园绿地, 面积较大的, 日平均地表温度低, 日温振幅也较小。龙潭湖、陶然亭、紫竹院三公园中, 紫竹院面积最小(47.6ha), 所以紫竹院日平均地表温度最高, 日温振幅也最大。反之, 面积最大的龙潭湖公园(122.11ha), 1979~1981年夏季三天观测中(表2), 日平均地表温度及日温振幅, 在三公园中三天出现最小值, 说明绿地面积越大, 日温变化可能越缓和(图2)。

表2 地 表 温 度

日 期	要 素	地 点							
		天安门 广 场	东直路 林 带	正义路 绿 地	电报 大楼前 绿 地	东 单 体育场	龙潭湖 公 园	陶然亭 公 园	紫竹院 公 园
1979年8月 24日(晴天)	最 高	42.2	27.2	30.1	39.6	30.8	29.1	32.7	39.9
	最 低	20.7	19.5	20.0	21.5	19.5	19.2	20.5	20.0
	日 振 幅	21.5	7.7	10.1	18.1	11.3	9.9	12.2	19.9
	日 平 均	29.1	23.3	23.8	27.5	25.0	23.0	25.3	27.4
1980年8月 23日(晴天)	最 高	46.8	33.2	26.9	48.8	50.0	29.0	29.5	44.8
	最 低	25.2	21.8	22.5	25.0	22.3	22.1	22.1	21.4
	日 振 幅	21.6	11.4	4.4	23.8	27.7	6.9	7.4	23.4
	日 平 均	33.8	26.1	23.9	32.2	32.0	26.2	24.9	29.6
1981年8月 25日(晴天)	最 高	37.4	29.6	33.4	39.4	42.8	25.9	27.6	34.5
	最 低	22.5	21.1	21.7	22.0	20.2	20.4	21.7	22.3
	日 振 幅	14.9	8.5	11.7	17.4	22.6	5.5	5.9	12.2
	日 平 均	28.7	23.7	25.1	26.8	27.9	22.5	24.0	25.8

天安门广场地表日温变化曲线在龙潭湖、陶然亭、紫竹院三个公园之上(图2), 这说明天安门广场地表日温及日温振幅大于三公园。但三公园以龙潭湖、陶然亭两公园地表日温变化较接近(图2), 而紫竹院公园地表温度变化曲线自12时到16时高温的一段时间内, 接近天安门广场地表日温变化曲线, 因为紫竹院测点设在南北长100m、东西宽约40m的野牛草地上, 因而显示出较大的地表日温振幅。电报大楼大街测点也设在草地上, 1979~1981三年夏季的观测, 都出现较大的日温振幅。

2. 气 温

气温也有与地表温度类似的情况, 晴天, 天安门广场、电报大楼大街及东单体育场, 是8个观测点中日平均气温最高的地方。1979~1981年夏季晴天三个观测日的日平均气温(1979年8月24日; 1980年8月23日; 1980年8月25日), 天安门广场(150cm高)比正义路高1.3℃, 比三个公园高1.6~2.1℃, 这很明显是正义路林荫街道与公园绿地, 反射太阳辐射与蒸发冷却作用, 降低气温的原故。

从气温的日变型分析(图3), 晴天, 天安门广场气温变化曲线在东直路林带及正义路绿地之上, 而下午相距较远。东直路林带及正义路绿地气温变化曲线终日很接近,

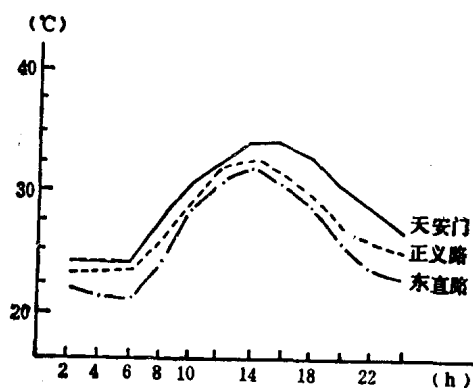


图3 150cm气温变化曲线

即两地的气温终日相差很小，这说明中等宽度，两旁建筑物不高，树木郁闭度较大的正义路林荫街道，是目前北京夏季气温较低及日温振幅较小的地方，亦即城市绿地小气候效应较佳的地方。

天安门广场与三个公园的气温日变相比，晴天，10时以前，辐射冷却到增热的过渡时间，虽仍是天安门广场气温高，但相差极小。10时以后，三个公园气温变化很接近，仍低于天安门广场，而天安门广场气温上升，且愈升高，直至日落。这说明公园绿地终日气温比天安门广场气温低，下午更低，日变也缓和。

表5 气温 (1979.8.24, 晴天, 150cm高)

类别	地 点							
	天安门广场	东直路林带	正义路绿地	电报大楼前地	东单体育场	龙潭湖公园	陶然亭公园	紫竹院公园
最高	29.0	27.0	28.0	29.5	29.4	27.8	28.8	28.5
最低	20.0	18.0	18.3	20.0	19.3	19.0	19.1	18.1
日振幅	9.0	9.0	9.7	9.5	10.1	8.8	9.7	10.4
日平均	25.0	22.7	23.8	24.7	24.5	23.3	23.3	23.0

夏季昼长夜短，天安门广场白天吸收太阳辐射较多，夜间又没有充足时间放热，最低气温比正义路绿地及东直路林带高。据1979~1981年夏季三个观测日平均 (1979.8.24; 1980.8.23; 1981.8.25)，东直路林带的日平均最低气温，比天安门广场低1.8℃，正义路的日平均最低气温，比天安门广场低0.9℃，在这种地方，因夜间降温较低，人们感觉舒适，可以恢复一天的疲劳。

表4 气温 (1980.8.23, 晴天, 150cm高)

类别	地 点							
	天安门广场	东直路林带	正义路绿地	电报大楼前地	东单体育场	龙潭湖公园	陶然亭公园	紫竹院公园
最高	33.7	31.9	32.7	33.9	33.9	32.0	32.8	32.8
最低	23.9	21.1	23.3	24.0	23.8	23.2	22.8	21.4
日振幅	9.8	10.8	9.4	9.9	10.1	8.8	10.0	11.4
日平均	28.9	25.7	27.3	29.0	28.5	27.1	27.1	26.9

3. 气温垂直分布

气温随高度增加而增高，称为逆温现象，城市绿地多逆温，而且绿地愈佳的地方，

逆温愈明显,少树的街道及广场,逆温较少。如天安门广场很少发现逆温,1979~1981年夏季观测,每天仅发现一次弱逆温,这是因为天安门广场风速较大,辐射逆温难生成表5。表6是1980年8月23日(晴)各测点的日平均风速。

表5 气温(1981.8.25,晴天,150cm高)

类别	地 点							
	天安门广场	东直路林带	正义路绿地	电报大楼前绿地	东单体育场	龙潭湖公园	陶然亭公园	紫竹院公园
最高	29.9	29.0	29.2	29.6	29.8	28.8	29.2	28.7
最低	21.6	21.0	21.2	21.8	21.3	21.0	20.6	20.6
日振幅	8.3	8.0	8.0	7.8	8.5	7.8	8.6	8.1
日平均	25.9	24.0	24.9	25.6	25.3	24.5	24.6	23.7

表6 日平均风速

地点	天安门	东直路	正义路	电报大楼前	东 单	龙潭湖	陶然亭	紫竹院
风速(m/s)	1.1	0.33	0.52	0.9	0.79	0.37	0.21	0.36

很明显,风速较小的绿地,逆温较多,如正义路不但1979~1981年夏季观测昼夜都出现逆温,而且1980年8月23日及24日的日平均气温都表现逆温,如表7所示。

表7 正义路日平均气温逆温值

1980.8.23			1980.8.24		
地 面	150cm	逆温值	地 面	150cm	逆温值
23.9	27.3	3.4	23.9	25.7	1.8

公园绿地多逆温,1979~1981年夏季,每一个观测日,陶然亭公园及龙潭公园,昼夜都可以出现逆温。1981年8月25日16时陶然亭公园地表温度为27.0℃,150cm高的气温为29.2℃,逆温值为2.2。图4是陶然亭公园1981年8月25日昼夜逆温垂直分布。不但昼夜出现逆温,日平均气温也表示逆温现象,而且逆温值还相当大,如表8所示。

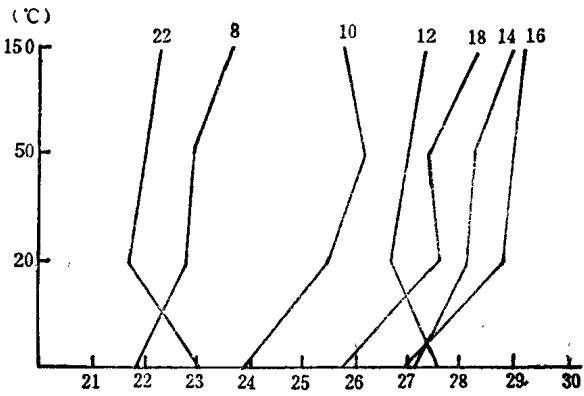


图4 陶然亭逆温垂直分布图

公园绿地,多树与草地,风速较小,乱流交换较弱,蒸发蒸腾的水汽,容易集聚低

空，增加下层空气的湿度，保持低空气温，使近地层气温高于地温，发生逆温现象。

表8 日平均气温逆温值

1980.8.23(晴)				1981.8.25(晴)			
地 点	地 面	150c m	逆 温 值	地 点	地 面	150c m	逆 温 值
陶然亭	24.9	27.1	2.2	陶然亭	24.0	24.6	0.6
龙潭湖	26.2	27.1	0.9	龙潭湖	22.5	24.5	2.0

四、相对湿度

从1979~1981年观测资料分析，湿度受天气影响较大。1979年8月24日晴天，天安门广场、电报大楼大街、东单体育场的日平均相对湿度在70~77%之间，其他各点都在80%以上，以东直路林带最大，这是因为1979年夏季观测在雨季之后，晴天绿地蒸发较强，低空水汽较多的原故。1980年夏北京基本无雨季，8月23日晴天，只有东直路林带日平均相对湿度大于70%，其他各点都在70%以下，以天安门广场最小，为54%。1981年8月25日，只有东直路林带及紫竹院的相对湿度为60%，其他各点都小于60%，因为1981年夏季降雨也少，绿地蒸发较小的原故。

表9 相对湿度日变(1979.8.24, 晴天)

地 点	时 间												日平均
	2	4	6	8	10	11	14	16	18	20	22	24	
天安门广场	76	76	86	80	64	60	77	64	67	70	73	81	73
东直路林带	98	99	99	88	81	68	65	83	82	93	95	98	87
正义路绿地	93	90	97	86	76	72	74	73	76	84	87	95	84
电报大楼大街	82	81	85	74	79	54	50	60	60	67	74	83	71
东单体育场	86	86	94	97	67	55	52	66	67	83	83	89	77
龙潭湖公园	96	97	95	88	68	65	53						
陶然亭公园	83	94	92	82	68	61	59	72	72	90	91	95	81
紫竹院公园	97	97	93	91	68	61	56	66	71	87	96	97	82

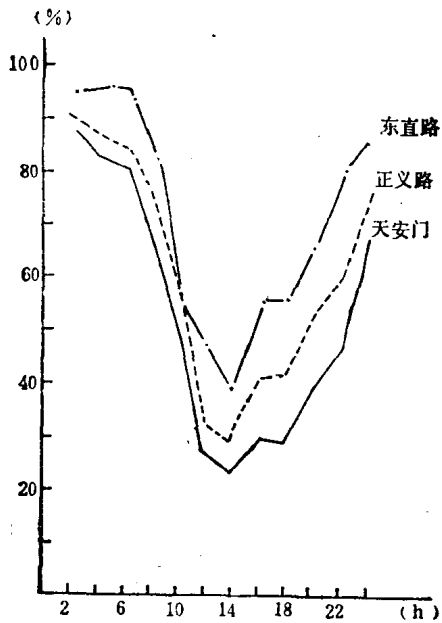
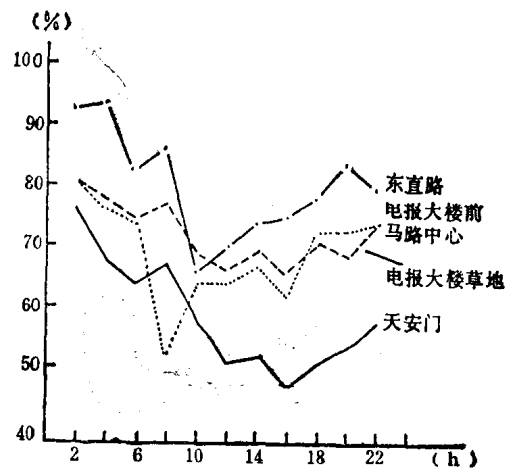
相对湿度的日变型，1979~1981年三个夏季的观测记录，基本上都是单波型(图5)，最大相对湿度出现在2~4时接近气温最低的一段时间内，最小相对湿度出现在14时气温最高的时候。但在单波型内出现些小波动，而且在1980年8月24日阴间多云的天气出现多波型的城市相对湿度特征(图6)，这是因为阴间多云的天气，不但气温时高时低，空气中实际水汽压也时有变化的原故。

表10 相对湿度日变(1980.8.23, 晴天)

地 点	时 间												日平均
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
天安门广场	87	83	81	65	50	28	24	31	30	41	48	77	54
东直路林带	95	96	96	83	58	48	40	57	57	67	82	95	73
正义路绿地	90	87	85	74	57	32	30	42	43	54	61	83	62
电报大楼草地	86	83	79	67	62	48	50	50	54	59	59	81	65
东单体育场	80	92	95	68	52	34	36	34	31	47	61	81	58
龙潭湖公园	90	86	81	71	55	34	32	41	48	73	75	87	67
陶然亭公园	91	90	90	71	51	32	32	41	45	75	73	88	65
紫竹院公园	94	95	95	75	53	31	26	26	38	60	76	96	65

表11 相对湿度日变(1981.8.25, 晴天)

地 点	时 间												日平均
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
天安门广场	92	93	81	41	38	38	33	30	25	33	33	93	53
东直路林带	97	97	83	52	41	39	31	37	41	47	59	95	60
正义路绿地	89	94	91	45	54	31	28	24	29	33	42	94	55
电报大楼草地	92	91	84	39	37	36	32	39	39	41	42	87	55
东单体育场	91	93	86	45	38	37	24	22	25	28	35	91	51
龙潭湖公园	94	94	95	41	35	33	28	25	25	40	51	91	54
陶然亭公园	96	94	96	46	42	38	32	27	28	38	48	96	57
紫竹院公园	95	96	63	48	41	40	35	32	43	64	72	94	60

图5 相对湿度日变曲线
(150cm) 1980.8.23图6 相对湿度日变曲线
(150cm) 1980.8.24

试谈重庆城市绿化的降温效应

蒋国碧

(西南师范学院地理系)

前言

重庆是有名的“热都”。其气候的最大特点之一，是夏季炎热而漫长，为我国长江“三大火炉”城市之冠。

在晴天，正义路绿地、东直路林带相对湿度日变曲线在天安门广场之上（图5），这是绿地蒸腾水汽，增加空气水汽压的原故。尤其是正义路，中等宽度的街道，柏油马路，两旁是三四层的楼房，距天安门广场约一华里，只因为郁闭度0.7的8行行道树（乔灌材）林荫街道，由于绿地蒸腾作用，增加空气中水汽压，因而也增大了相对湿度。

五、小结

经过以上各气象要素简要分析，可以肯定，城市绿地小气候的效应是明显的。从1979~1981年北京城市绿地小气候观测结果证明，绿地改善城市小气候，是一个不容忽视的事实，其中以林荫街道和公园绿地效应最为明显。

从绿地改善小气候的气温看，1979~1981年夏季，三个晴天观测日的日平均气温，天安门广场气温比龙潭湖、陶然亭、紫竹院三公园高1.6~2.1℃，这种情况，说明北京城区以天安门广场为中心的市中心区，已经出现“热岛效应”。一般地说，高度每增加100m，气温平均递减0.65℃，那么，三公园降低气温1.6~2.1℃的作用，相当于抬高公园地形250~300m，可见公园绿地的降温作用是相当可观的。就是距天安门广场约0.5km的正义路，1979~1981年夏季，三个晴天观测日的日平均气温，比天安门广场低1.3℃，相当于正义路的地形抬高200m。

其次，1979~1981年夏季，三个晴天观测日的日平均相对湿度：天安门广场比陶然亭公园、紫竹院公园低6~9%，比正义路林荫街道、东直路林带低7~14%，这说明北京市以天安门广场为中心的市中心区，不但“热岛效应”明显，也是干燥中心。

气温的垂直分布，林荫街道和公园多逆温，但逆温是稳定层，有抑制尘埃飞扬的作用，使绿地附近空气清洁。

总之，绿色植物下垫面的小气候效应是明显的，而且以晴天最明显。但不同结构的绿地，小气候的效应是不同的。经过三年夏季连续观测，我们的初步结论是：常绿、落叶、乔、灌木结合，如正义路式的林荫街道，小气候的效应较好；其次是公园绿地；小气候的效应最不好的是水泥地面的天安门广场及其附近宽广而少树的长安街。

重庆城市人口集中,工业发达,能耗数量逐年增大,人为热释放多,使城市的热污染日趋严重,因此就更加剧了重庆市盛夏时节的酷暑炎热,这给重庆市区的生产和人民生活带来诸多不利影响。如何改善重庆城市的热状况,是重庆市气候研究的重要课题之一。笔者于1980~1984年间与我院地理系部分学生对城市绿地与非绿地进行了多次小气候观测,试图探讨通过绿化途径改变城市下垫面性质,从而达到改善重庆市热效应的目的。同时希望能为重庆城市建设、国土整治、环境保护等有关方面提供一点科学依据。但由于观测手段不多,本人水平有限,许多问题还不成熟,这仅仅是将城市气候研究成果应用到城市建设上来的一个初步尝试。

现将结果分析如下:

一、重庆城市的自然热状况

重庆位于四川盆地东南底部长江河谷处,地理纬度为北纬 $29^{\circ}33'$ 。盛夏时节西太平洋副热带高压随太阳直射点北移而北抬西伸,副高脊线位于北纬 27° 以北地区。这时的西太平洋副高常与青藏高原高压合并连成一体,重庆地区正处在副热带高压带的控制之下,高空盛行强烈的下沉气流,出现连晴高温天气。再加之盆地地形的影响,越过云贵高原等高大地形到达盆地的气流产生了“焚风效应”,使重庆犹如“锅底”强烈增温。盆地地形使风速减小,地一气热量不易散失,故加剧了重庆盛夏的酷热。

现将沿长江纬度相近的三大“火炉”城市:重庆、武汉、南京夏季的自然热状况作一比较,如表1所示。

表1 重庆、武汉、南京热状况比较

地 名	项 目					
	气温($^{\circ}\text{C}$)	最高气温($^{\circ}\text{C}$)	(天)	(天)	气温($^{\circ}\text{C}$)	持续日数
南 京	28.2	32.2	74.3	17.1	43.0	
武 汉	29.0	33.0	87.1	22.0	41.3	40
重 庆	28.0	33.6	90.9	33.8	44.0	31

注:平均最高气温 $>30^{\circ}\text{C}$ 为“暑热日”,日最高气温 $>35^{\circ}$ 为“酷热日”。

(资料年代1951~1970年)

从表1可以看出三大“火炉”城市中以重庆的最热月平均最高气温为最高,暑热及酷热日数最多,极端气温最高,而重庆又为三大“火炉”城市之冠。

二、重庆城市热岛效应的形成

1. 重庆城市热量的收支

重庆市区是能耗高度集中的地方,市区人口152万,人口密度为1.98万人/ km^2 ,市中区人口密度为4.6万人/ km^2 ,人口密度之大,在世界上也是比较突出的(美国纽约曼哈顿区也仅为3.3万人/ km^2)。工矿企业75%集中在市区,因而工业、交通、居民生