

国外林业科技

林木与环境保护

中国林业科学研究院科技情报研究所

1980.10

出版者：中国林业科学研究院
编辑者：中国林业科学研究院
科技情报研究所

印刷者：北京印刷三厂
发行方式：内部发行
工本费：0.40元

北京市期刊登记证第 369 号

前 言

环境保护是七十年代国际上重点研究课题之一，因它直接关系到人们的身体健康和今后子孙万代的生存。

近年来，由于工业飞速发展，工厂林立，人口高度集中，迫使城市不断扩大，原有的绿地受到破坏和消失，因而城市环境遭到严重污染。

为了解决城市环保问题，使人们能有一个舒适美好的生活环境，各国都采取了相应的措施。当前通用的环保措施有：改革工艺、消烟和除尘等，但生物措施也是不容忽视的。生物措施包括有城市街道绿化、扩建和新建市内公园、庭园绿化，以及营造环城林和城市林等。

有关环境保护问题，世界上所有工业发达国家都采取了立法行动。有些国家已把环境污染、自然保护和自然资源的合理利用问题列为全民事业，并拨巨款来研究解决这一问题，现已取得初步成就。

据初步统计，市周森林覆被率低于5%，市内绿化面积应占全市总面积的30%；市周森林覆被率为10—15%，市内绿化面积可降低到城市总面积的26—24%；市周森林覆被率为16—20%，市内绿化面积可降低到城市总面积的23—18%；市周森林覆被率为30—35%，城市绿化面积可降低到城市总面积的16—15%。

为了配合我国有关环保问题的研究，我们特组织编译了“林木与环境保护”专辑，供有关人员参考。因水平有限，错误难免，请读者批评指正。

目 录

前 言

林木与环境	(1—3)
树木对改善城市小气候的效应	(3—9)
树木对城市生态系的供献	(9—22)
高速公路旁针阔叶树叶面污染及其对气孔扩张阻力的 影响	(22—26)
美国东北各州树木对空气污染抗性的遗传学	(26—31)
带初生针叶的松树苗龄对臭氧和二氧化硫敏感性的影 响	(31—32)
利用多因素回归分析评定森林植物的卫生保健效果 ...	(32—35)
森林有益作用的计量与评价	(36—37)
大气污染对于柳杉生长的影响——以氧化硫为主	(37—40)
有关保护森林空气质量的决议	(41)
松林对二硫化硫的吸收及对硫酸盐的沥滤	(42—51)
空气污染标准	(52—53)
SO ₂ 对几种树种的危害情况	(53—57)
东京都内树叶含硫量与大气污染的关系	(57—63)
主要树木大气污染受害症状的出现与有关因素	(63—71)
从环境心理学的观点来看环境与人的行动关系	(72—74)
舒适的环境——森林	(74—78)
官崎县的绿化及其展望“绿化标准”	(78—84)
林木和噪音	(84—86)
城市生活与城市林	(86—90)
城市规划与公害	(90—93)
城市规划的基点	(93—94)
为了求得一个美好的生活环境	(95—96)
对国营武藏丘陵森林公园环行道路活动景观的考查 ...	(96—100)
公害与文明	(100—104)
环境污染对森林的影响	(105—112)

林 木 与 环 境

马 杏 绵

七十年代一个崭新的科学领域—环境问题—引起世界的关注。

环境是指人类生存、发展的自然环境和社会环境。环境保护的中心任务，是促进人类生态系统向更高级、更科学、更合理的方向发展，保护人体健康和自然资源，保护和促进生产力的发展。

环境科学的基本任务在于研究人与生物圈中各种因素相互作用的规律，并能动地控制这一规律为人类的生产和生活创造条件。因此，环境科学是一个极为广泛的研究领域，涉及到生产和科学的许多部门和分支，而环境保护问题的根本解决也需要多方面的综合措施。

关于环境保护，过去相当长的一段时间内仅着重于如何减少城市环境的污染，直到七十年代自然资源和自然环境的保护问题，才受到国际上的广泛重视。

我国解放初期，对环境问题没有认识，处于盲目状态；六十年代虽有了一些认识，也仅仅局限于工业“三废”的治理，没有从保护自然环境和保护自然资源这个大的环境概念来考虑问题；直到八十年代的今天，认识才有所提高，但环保工作水平与先进国家相比，则差距很大。

环境科学的研究范围很广，现仅就林木与环境问题介绍于下。

人们从实践中日益认识到，改进工业工艺流程，限制燃料含硫量，综合利用以及回收“三废”等措施虽然重要，但依靠这种手段，只能减少一定程度的污染，而不能彻底解决环境问题，当然更谈不上去创造一个美好的生活环境了。为彻底解决环境问题和创造新的美好环境，生物防治作用愈来愈引起人们的注意，特别是充分发挥林木多方面的有利特性，作为改造自然、净化和美化环境的手段，成为环境保护工作中生物学途径研究的中心课题之一。

例如，日本是公害严重的国家之一，五十年代着手解决“三废”，七十年代取得初步成效之后，继而提出新的环境政策要求。1977年新的环境政策提出：今后的政策不仅限于防止公害，而是以提高福利、合理利用土地、保护自然及文化遗产为目的，在广泛的基础上实施环境政策。

日本为什么要革新他的环境政策，主要是近年来日本各地人们非常关心创造花园城市和美丽乡村，以便满足人们对与切身有关的美好生活环境的要求。日本出现关心美好生活环境高潮的主要背景有三。

一、由于战后经济飞跃发展，使构成美好环境的各种因素，如绿地和水等急速消失。

二、由于生活水平提高（经济收入高、余暇时间多），人们自觉生活环境水平相对低了。

三、环境政策历来是以公害为主，并已取得一定效果。但是，人们已认识到，有必要把眼光放的更远一些。

日本总结生活环境下降的主要原因，其一是由于战后人口及产业急剧的向城市集中。另

一方面是随着城建的扩大,失去了幽静的环境。下面以日本东京市区绿地变化情况为例,40年间东京市区绿地面积由53%下降到13%,而灰色面积,也就是市街扩大面积由31%增长到72%,必然引起环境的恶化。

我国首都北京的情况是否也是这样,尚未作过详细调查研究,仅就现有资料来看,趋势是一致的,所不同的只是失掉绿地面积的大小而已,东京的经验值得我们学习和深思。

人们要求建立一个与切身有关的美好环境,不仅是在日本,当前国际上也正在形成高潮,很多国家的首都,都在为学世界名城——堪培拉而努力,其原因是一致的,都是为了充分发挥林木多方面的有利特性,达到净化和美化环境的目的。

自有人类以来,人们就生存在绿色的环境中,精神上享受着绿地所赐与的一切,而物质上又取之于它所能提供的一切,但是直到今天人们还是继续破坏着绿地。人们,特别是城市的人们通过长期实践,从来也没有像今天这样怀念已往所处的“绿色时代”,也从来没有像今天这样,对已往无意识所享受到而没有保护好的绿地,而变成有意识地去恢复它、保护它和建设它。

也正是由于人们的需要,促使城市园林绿化事业也发生了新的变化。

城市园林绿化是城市建设的一个重要组成部分,现代的都市园林,已由过去附属于建筑物、规模小、仅供少数人享乐的庭园,发展到如何去改善整个城市的生活环境。其范围不仅包括庭园、公园绿地的建设,而且更加广泛地涉及到自然保护区的划分、自然公园、史迹公园、休养公园、动植物园等的建立,以及为减少公害而建立一系列的环境林,缓冲绿化地带等。

当前世界有不少大小城市,要求解决失去环境绿地所造成的问题,特别是建立近郊环境林的呼声日益高涨。不少国家,把园林绿地建设,作为环境政策的一项重要措施,并积极开展有关研究工作。

各国早期建立的公园,是以文娛游息为主,当时并没有考虑到,象今天这样,利用公园来改善城市环境。因此,过去所规定的城市绿地指标,显得过低,满足不了需要。今天从气流交换、防风、防沙、防尘、减噪、杀菌、防灾、游息、净化和美化环境等因素出发,要重新制定各国新的绿地指标。美国要求每人24平方米,日本近期要求达到每人6平方米,远景9平方米。

上面我们简述了林木与环境 and 当前为改善城市环境恶化充分发挥林木多种效益的动态,这一新的发展趋势也关系到一系列科学研究,有关的研究内容有以下几方面。

一、有关城市环境恶化及绿地恢复方面的研究:

1. 城市环境绿地规划;
2. 城市绿地标准的研究;
3. 城市公园规划(基干公园、防公害和灾害的绿地、特殊公园、大规模公园、近郊地带、远郊地带);
4. 高速公路景观规划及沿道配景的研究;
5. 绿地效益的研究(防护效益、净化效益、防灾效益、游息效益以及心理效益等);
6. 历史文物及自然保护的研究。

二、有关大气污染与林木受害方面的研究:

1. 林木受害实态的调查研究;

2. 林木受害的测定方法;
2. 指示植物及抗性植物的探索;
4. 林木受害主要原因的分析;
5. 林木受害后生理及生化学上的变化;
6. 与受害有关的林木病害。

三、有关林木抗性限界方面的研究:

1. 污染与异常落叶的关系;
2. 污染与结实的关系;
3. 污染与林木的形态变化;
4. 污染对林木生长的影响;
5. 污染对林木材质的影响。

四、林木净化大气作用限界方面的研究。

树木对改善城市小气候的效应

C. A. Federer

人们已经做到把建筑物内部的小气候控制得随心所欲。对温度、光线、湿度和气流等等都能加以调节,使人在室内有舒适的感觉。既然如此,为什么我们很少考虑到在居住的区域和城市如何使户外环境也令人感到更加舒适一些呢?

在任何时候,舒适都是同人的一切感觉相联的。在人的14种感觉当中,有8种是由外界或环境引起的。从任何一种感觉产生的过分强烈的信号(反应)都会引起人的不适。当几种不同的感觉同时产生各自的信号时,虽然每种信号单独地都弱得不足以引起人的不适,但是它们相互结合起来就显得不同了。在心理上,环境给人带来的一些小的别扭往往是对人的行为产生大的影响的。虽然我们也许还不能估计出一个嘈杂的、憋人的和肮脏的环境究竟会给人产生多大的影响,但是我们知道这总归是一个不良的环境。对不良的环境条件作出任何改善对人们的确是有益处的。

听觉、视觉、嗅觉和味觉同树木的关系将在别的论文中加以讨论。这里要讨论的只是狭义的小气候同树木的关系,主要涉及由温度产生的热和冷这两种感觉。不过还要记住风能导致这两种感觉的平衡,同时触觉是受风和潮湿这两个因素的影响的。

皮肤温度的控制

人对温度的感觉有两种不同的状况。当皮肤温度增高时,热感神经激动较快,于是有热的感觉。当皮肤温度下降时,冷感神经跳跃较剧,从而有冷的感觉。当皮肤温度保持在 32°C 左右时,主观上似乎是处于一种冷热平衡的中间状态。在没有通风装置的情况下,如果裸体立在室温为 28°C 的房间里,或者穿着单衣立在室温为 21°C 的房间里,皮肤就会保持上述温

度。当皮肤温度同 32°C 相差好几度时，我们就会感到热或者冷，从而我们的身体开始对增加散热或减少散热作出反应。

一个不活动的人每小时大约发出50千卡热量，作为代谢过程的结果之一。这些热必须散发到周围环境中去。当使劲的时候，发出的热量会增加数倍。当散热时，这些热必须首先被输送到皮肤表面，这就要求皮肤的温度低于身体内部或中心的温度。热的输送有一部分是靠身体组织的传导作用，但是这些组织都是较好的绝缘体，因此体表下面热的输送大多靠微血管的传导作用。这就是较热的血液流向体表，经过冷却一些后再流回体内。对于这种过程，身体通过微血管的收缩和扩张能有良好的控制。身体能够把体表下面有效的热传导作用改变大约10倍。

热输送到体表以后，通过三种不同的途径散发出去，即对流、辐射和蒸发。

热的对流是将贴近皮肤的一层空气加热，然后用较冷的空气置换这层空气。通风可以加快对流作用。

辐射散热是从体表放出长波射线（也就是热射线）。由于体表同时从周围吸收射线，只有当体表比周围环境更热以致放出的射线多于吸收的射线时，才会产生散热作用。在太阳光下，两种辐射相消后的结果是吸热而不是散热。

当水蒸发时，潜热随之而散发。每蒸发一克水，水蒸汽就散发大约580卡热量到大气中。对于一个处于休息状态和不流汗的人来说，热的散发大约一半是通过辐射，一半是对流，而潜热的散失则是小的，主要是从呼吸道散失掉的。

身体的寒冷可归因于通风的加强、周围温度的下降、入射辐射线的减少或者（对于流汗的人来说）湿度的减小。由上述因素引起的体表温度下降又会引起体表下面热流的加快。于是身体从几方面作出反应：首先，微血管收缩，以减少体表下面热的散失。如果这还不够的话，人便发抖，以增进代谢作用和产生更多的热量。并且手和脚的内部温度也跟着下降，以减少热的散失。这时人还可以加穿衣服，把进行热交换的表面从体表转移到衣服的外层，从而有效地减小体表下面热的传导作用。

身体的发热可归因于代谢作用的增进（通过工作或运动）、周围温度的上升或者辐射线的加多。身体表面吸收的射线总包括有长波射线，同时在户外或靠近窗户处还有太阳射线。这时身体的反应是扩张微血管，促使血液流向皮肤，以加快体内热的散发。如果这还不够的话，人便出汗。倘若汗出得很少，汗水随出随蒸发掉，皮肤总是干的。若是出汗不断加快，汗水来不及尽快蒸发，皮肤就会变湿。到了这种地步，蒸发速度就受通风速度和空气湿度的控制。在炎热的情况下，蒸发散热可达到总散热量的百分之九十。

在各种正常环境条件出现的范围以内，皮肤的温度相差可达 15°C 之多，特别在手、脚部位是如此。若拿衣服的表面来说，温度相差的幅度还要更大一些。这样，对流、辐射和蒸发在散热过程中所占的比重也就因具体条件不同而有很大的差别。

由此可知，一个人可以通过体内机制和更换衣服来调节对于温度的舒适感。这也就是他对空气温度、风、太阳和长波射线以及湿度（在炎热的气候下）等小气候因子所作的反应。同时我们还要知道，在降水时人所以感到不适，大部分是因为在湿润的皮肤或衣服表面上蒸发性冷却作用加强的原故。

一株树木是怎样影响小气候的

影响皮肤温度的环境因子通常是小气候因子，即：空气温度、湿度、风、降水、太阳射线和长波射线。这样，如果我们来讨论一株树木是怎样影响这些因子的，那就等于讨论一株树木是怎样影响皮肤温度的，从而是怎样影响人的舒适感的。

一株树木对小气候产生的最明显的效应是遮荫。树木还能吸收和反射太阳射线。太阳射线影响人体中“能的平衡”的重要性表现在：热时人要寻找树荫，冷时人要晒晒太阳。常绿树一年四季为我们提供树荫；落叶树则不一样：在夏天它遮荫，在冬天它至少透过一部分阳光。虽然建筑物也遮荫，但是只有在高大建筑物密集的地方，过多的树荫在夏天才不受人欢迎。

对于太阳射线中能被人看得见的那部分射线，树木有吸收和分散的能力，这对减弱眩光有重要作用。在近代城市中，房屋建筑一般采用浅颜色的材料和大量玻璃，从这些建筑物反射的太阳光往往过于强烈，使街道行人在视觉上感到不舒服，树木则大有助于减轻这种不适。另外，从刚刚上升的或即将下坠的太阳直接射出的强光，对公路车辆上的人是一个严重问题，而树木却能减轻这一问题的严重性。

长波射线的交换在一个人同他的周围环境之间是不断进行的。一般说来，一个人在户外发出的射线要多于他从周围吸收的射线，因此射线交换的结果冷却。当天空晴朗时，由于入射的长波射线少，或者在夜间由于没有太阳辐射，户外的冷却过程都是迅速的。如果有树木介在人同天空之间，那么，树木一般就会减小人体上因射线交换而产生的冷却作用。这是因为遮蔽天空的树木比天空放射出更多的射线的原故。在夜间，树木下面的温度要高于空旷地上的温度。在树木下面，无霜期一般也长些。不过在有云的天气，树木的这种长波辐射效应就要小得多。

风的最显著的效应在于加强对流性冷却作用和蒸发性冷却作用。根据寒冷时应该避风和炎热时应该吹风这种常识，我们知道风有重要的作用。树木由于阻挡风的流动而减低风速。在一株树的树冠中或在林冠下面，风速是小的，几乎同外面的风速没有什么关系。一株孤立树或一片林分挡起风来就好像一块实的屏障一样，能迫使气流向上或向旁回旋。这样，在紧靠树木或林分的边缘风速是反而能够加大的。大风由于使行走困难或使雨、雪加骤，能使人感到不适。在这样的情况下，树木的保护作用是受人欢迎的。落叶树对风有一个季节性的不良效应，因而部分地抵消了它们能够遮荫的好处。这就是，在夏天它们大大减低风速，在冬天却又不怎么减低风速。但是，一般说来，树木的挡风效应在冬天是有益的，在夏天是不利的。

雨和雪之所以影响到人的舒适，主要是由于它们在蒸发和融化时产生冷却效应，但潮湿也是一个原因。在夏天，冷却作用是有益的，但是我们还是常常要找个地方躲避降水。树木有保留和蒸发降水的作用。一般说来，林冠可以截留最先降下的雨水达一英寸的百分之几，并且截留随后降下的雨水的百分之十左右。

在夏季，树木通过蒸腾作用能够增加大气中的湿度。林冠下的湿度一般都高，不过由于林冠下空气温度较低，这就消除了不好的效应。单株树木对湿度的改变极不显著，因而我们就察觉不到它。在户外，湿度对舒适度所起的影响只是同热天汗液蒸发的快慢有关。

从小气候来看，空气温度这个大气因子是同所有其他大气因子密切相关的。空气温度对

人舒适与否产生影响，是由于它能决定对流性散热作用的大小。树木同空气温度的关系是复杂的，到现在我们还没有把它弄得十分清楚。基本说来，树木能够通过蒸腾作用散发热能，否则这些热能就会被用来把空气加热。

城 乡 温 度 差 别

许多科学研究已经证实，城市的气温高于周围乡村的气温。这种效应表现于所谓城市热岛（即城市热气圈）。城市的气温在冬季和夏季都比乡村要高，年平均温度要高出 0.5° 到 1.5°F 。城市在冬季所以有较高的温度，主要是由燃烧化石燃料造成的。大多数城市居民认为这是一个有利条件。但是

到了夏天，城市常常热得使人难受，这主要是由树木及其他植物过少从而使蒸发性冷却作用减弱而造成的。

在夏季，城市和乡村的月平均温度相差大约 2°F 。在炎热无风的天气，温度的差别还要大得多。Landsberg 的数据显示弗吉尼亚州理奇蒙得城的一个城市公

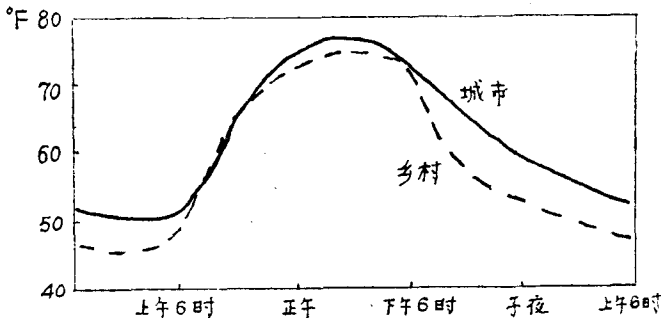


图 1 晴朗无风天城市和乡村空气温度的昼间变化。地点：理奇蒙得城。时间：1953年6月2日。

园和飞机场的昼间温度变化，如图 1 所示。若是代表城市的点不设在公园和代表乡村的点不设在飞机场，温度的差别还要大些。这种研究表明，城市和乡村之间的温度差别在白天一段时间内是微不足道的，但到接近黄昏时则达到最大值—— 4° 到 6°F 。

近年来，对城市热岛也作了研究。Duckworth 和 Sandberg 于 1956 年 3 月 26 日用地图表示出旧金山的市区温度。他们发现，该城金门公园中建筑区和绿化区之间的夜间温度差别可达 10° 到 20°F （参看图 2）。

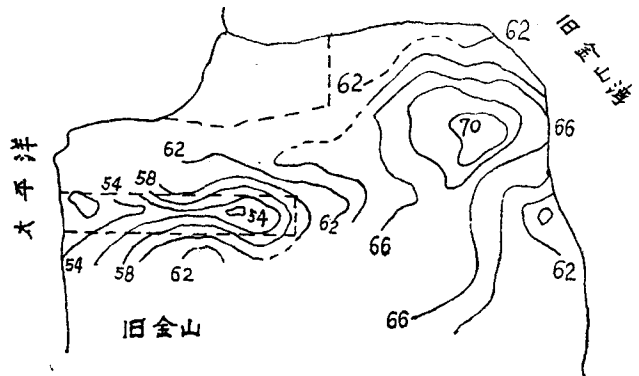


图 2 1952 年 3 月 26 日下午 11 时旧金山城温度模式图。图左长方形表示金门公园。

能 的 平 衡

能的平衡原理可用来研究城市和乡村的温度变化。土地表面和人体表面有如下共同性质：吸收大部分入射的太阳射线；吸收和放出长波射线；通过对流从周围空气吸热或向周围空气散热；通过蒸发散热；同位于表面以下的物质交换热量。人体中由代谢作用生产热量和

道、河岸、湖滨等。第二类包括未栽植树木的大街、广场和停车场等，这些地方很开阔，但很干燥。第三类包括被高建筑物包围起来的狭窄街道和庭院。Kratzer 曾对维也纳城中不同区域的昼间温度变化作了观察。他写道：“当时天气晴朗、无风和炎热。……无树的大道和广场在中午很热，但到傍晚则显然凉了下來。有树的大街和广场较为凉快，并且白天气温变化的幅度也较小。至于狭窄的街道，在中午和下午都较凉快，温度比周围区域要低 $5^{\circ}-6^{\circ}\text{C}$ 。但一到夜间，这种差别不但消失，甚至反而要高 $5^{\circ}-6^{\circ}\text{C}$ 。正是因为射入和放出的辐射线大量被阻挡，所以白天温度的变化范围大为缩小。”

就狭窄的街道来说，方向也有重要的作用。南北方向的街道在中午时刻要受到强烈的日照，因此它们比东西方向的街道有较高的温度。

从图 2 和图 3 可以明显地看出蒸发蒸腾作用的重要性。例如金门岛的温度显然比周围市区的温度可低到 15°F 。所有城市在夏天的傍晚都有等热线，这些等热线是同城、乡或城、郊之间的界线平行的。

对于城市小气候，风有重要的调节作用。两类风是必须考虑的。由大规模压力梯度造成的强风可消除小气候的差异。由于大部分发生作用的热量被风带进大气，接近表面的空气温度在白天和夜间都保持低些。除了像来自落基山脉的干燥而炎热的强风以外，一般的强风是能使城市变得凉爽一些的。

在没有或仅仅稍有压力梯度风的情况下，由温差引起的局部风则显得重要。当冷空气流入以填补上升的热空气时，就产生和风。在靠近海洋或大湖的城市中，这种和风有助于降低气温。对于傍晚在市区范围内由上述对流作用产生的局部街道风，Whiten 曾有所论述。此外，夜间由地形变化引起的和风（冷空气流向山下）能影响像伦敦这样比较平坦的城市。

树木改变小气候的效应

树木对于改变小气候有以下几点效应：遮荫，增加长波射线，降低风速，截留降水，通过蒸发蒸腾冷却空气，并有可能提高空气湿度。这些效应对皮肤温度的影响可以约制人的舒适感。除了提高湿度这一不显著的效应以外，所有这些效应对人都是有益的。

对于美国东北部的住宅似乎有可能作出一个合乎理想的树木配置。这就是在房屋西面和北面栽植针叶树，以便在冬季挡住冷风；在南面栽植阔叶树，以便在夏季遮荫和在冬季透进阳光；同时在东面和东南面栽植草类和灌木，使人有开旷的感觉和迎进早晨的太阳。这样的配置既富有变化，又使人获得最好的小气候环境。

树木和其他植物最易被人忽视的效应是它们的蒸发作用对空气温度的影响。树木可以看成是自然的空气调节器。一株孤立树每天能蒸腾出 100 加仑水。蒸发这么多的水需要热量约

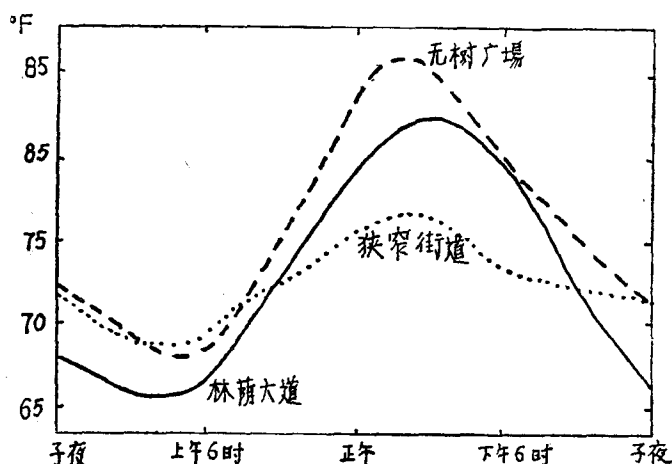


图 3 1931 年 8 月 4—5 日维也纳城的昼间温度变化（取自 Kratzer 在 1956 年发表的文章）

230,000 千卡, 因此一株树抵得上五个一般的室内空气调节器(规格为 2,500 千卡/小时)在一天工作 20 小时。但这需要具备一个条件, 就是这株树必须得到足够的地下水。一般说来, 树木和其他植物越多, 城市的小气候也就越接近乡村的小气候。

Myrup 对自由蒸发面积在整个城市面积中所占的不同比重作过效应研究。他的研究结果预示, 当蒸发面积的比重增加 25% 到 35% 时, 温度下降可达 3.5°C 。当蒸发面积小于 20% 时, 市区小气候就不受什么影响。这个 20% 的界限似乎是一个不正确的结论, 它是得自这样一个假设: 表面以上的相对湿度等于自由蒸发的表面在整个表面中所占的百分数。这一假设没有考虑到局部的平流(advection)效应。当炎热、干燥的环境中有一株孤立树(倘若能得到足够的水分供应)存在时, 这株树能从空气中大量吸热, 并用它来蒸发水分, 因而平流效应最为明显。如果在这株树的近旁有另外一株树存在, 地面上树木覆盖面积能增加一倍, 但空气 中被吸收的热量则并不见得会增加一倍, 因为第二株树很可能要受到第一株树的影响。这样, 只是在原来并没有植物覆盖的情况下, 而不是在植物覆盖面积达到 20% 到 30% 的情况下, 新增加的植物覆盖才会有最显著的效应。

现在可以认为, 对于用数量来说明公园、绿化带、屋顶花园以及孤立树木对城市温度究竟产生多大的效应, 还有待作更多的研究。

田景明译自 *Trees and Forests in an Urbanizing Environment*

一书

树木对城市生态系的贡献

A. Bernatzky

一、城市气候的特点

树木和树木覆盖区, 以及城市附近的公园和森林, 是调节城市气候的最好因素, 它们对城市气候的调节作用, 有人已经作过很好的阐述。

在风平浪静的晴朗日子里, 即在热而平静的辐射天气型里, 城市气候的特点表现得特别明显。城市气候本质上不同于农村气候, 为了说明这个特点, 请查阅 Kratzer (1956)、Landsberg (1966)、Chandler (1965) 等所撰写的和其他有关本学科的资料。

城市与农村地区气候的差异, 是由于城市地形、建筑物、人为提供的热量、植物减少和空气污染而造成的。上述因子主要影响和改变太阳辐射强度、温度、相对湿度、局部风的分布、能见度和降雨等气象因素。

各种活动, 如交通、工业生产和家庭燃料燃烧等等, 不断地污染着城市的空气(表 1), 表 1 里的数字不是绝对的, 而是相对的。空气中微粒子的平均数值, 据 Reiffercheid (1950) 精确计算, 城市每立方厘米空气中含有 200,000 颗, 而农村地区每立方厘米空气中仅有 8,000 颗。

在过去几年中, 通过进一步观测, 证明大气中的微粒浓度有极大地增加。据达里那娃 (1971) 报道, 苏联有些地区大气中微粒的含量, 在过去 30—40 年间已增加 1.5—3 倍。她还告诉我们, 在苏联高加索冰川地区, 五十年代空气中微粒浓度是二十年代的 20 倍。Georgii

表 1

每立方厘米空气中微粒的数量 (小于 5 微米)

平 均 数		最 大 值	最 小 值	绝对最大值
城 市	147,000	397,000	49,000	4,000,000
小 城 镇	34,000	114,000	5,900	4,000,000
农 村	9,500	66,500	1,050	336,000
沿 海	9,500	33,400	1,650	156,000
海 洋	940	4,680	840	39,800

(根据 Landberg in Kratzor 的资料, 1956)

(1970, a、b)估计, 工业生产过程中产生的微粒占30%。废气中的有毒物质粘附在空气中的微粒上, 这些有毒物质是二氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、总烃等 (表 2)

表 2

清洁大气和污染大气中微量成份的浓度 (根据 Georigii 报道, 1970)

微 量 成 份	清 洁 大 气	污 染 大 气
微 粒 物 质	0.01—0.02毫克/米 ³	0.07—0.7毫克/米 ³
二 氧 化 硫	10 ⁻³ —10 ⁻² ppm	0.02—2 ppm
二 氧 化 碳	310—330ppm	350—700 ppm
一 氧 化 碳	<1 ppm	5—200ppm
二 氧 化 氮	10 ⁻³ —10 ⁻² ppm	10 ⁻² —10 ⁻¹ ppm
总 烃	<1ppm	1—20ppm

空气污染的严重性是很明显的。我们知道, 每人每天至少要吸入12立方米的空气, 吸附在微粒上的大量有毒物质随呼吸进入肺部, 停留在肺部或输送到血液里流动, 引起了许多疾病。污染物使城市上空的辐射累积也产生了一个很大的变化, 同时还减少了日照时间。Chandler (1965)列出一个表来表示伦敦日照时间的减少 (表 3)。

表 3

伦敦1921—1950年平均日照时间, 每天小时 (据 Chandler 报道, 1965)

	一 月	六 月	一 年
远 郊 区	1.7	6.6	4.3
近 郊 区	1.4	6.5	4.1
郊 区 高 地	1.3	6.5	4.0
郊 区 低 地	1.3	6.3	4.0
伦 敦 中 心	0.8	6.2	3.6

城市辐射条件的变化, 使温度发生变化。城市与农村相比, 城市气候最明显的特点是温度升高。升高多少, 依城市规模的大小而定。温度升高的最大值可达10℃以上, 但多年的平均值只有0.5—1.5℃, 这等于城市高度降低100—300米。据 Chandler (1965)报道, 伦敦城

市与郊区的最低温度差可达到 $6-7^{\circ}\text{C}$ 。另外，引起城市与农村温差的原因还有下述因子：建筑物和路面对热量的积累，各种燃料燃烧提供的人工热量，由于污染物的增加而阻止了长波辐射；城市风速降低和植物减少。

一个拥有大量密集建筑和街道的城市，事实上像一块人工的不漏水的石块。复杂而高大的建筑物表面可使太阳辐射增加许多倍。建筑物白天积累许多热量，而傍晚和夜间又散发出来，产生了城市居民都熟悉的湿热的“热炉”现象，到了夜间空气温度甚至也不冷却下来，因此城市便形成了“热岛”。城市路面的混凝土和沥青保持很高的热容量，而且它们是热的良导体，因此可以积累大量热量。城市燃料燃烧和动物新陈代谢而产生的热量很大，它们可以达到甚至超过太阳辐射而产生的热量。

由于温度升高，空气相对湿度明显下降。本世纪初，在德国一系列城市观测，相对湿度下降数值为 6% ；在法兰克福的下降数值为 $5-15\%$ 。空气湿度下降是咽喉、鼻、耳疾病大量增加的原因。

风速降低——在几乎所有的城市，气象站都记载了城市无风或者风速减少，这是因为建筑物组成了一个粗糙的下垫面，由于墙的摩擦消耗了风的一部分能量，而使风速逐渐减弱。因此在城市中心以及紧靠城市的前上空，空气循环减慢下来，形成了一个空气密集区，这样就使进来的气流必然上升。城市下垫面的摩擦力比森林地区大，直到离地面 100 米高，它的

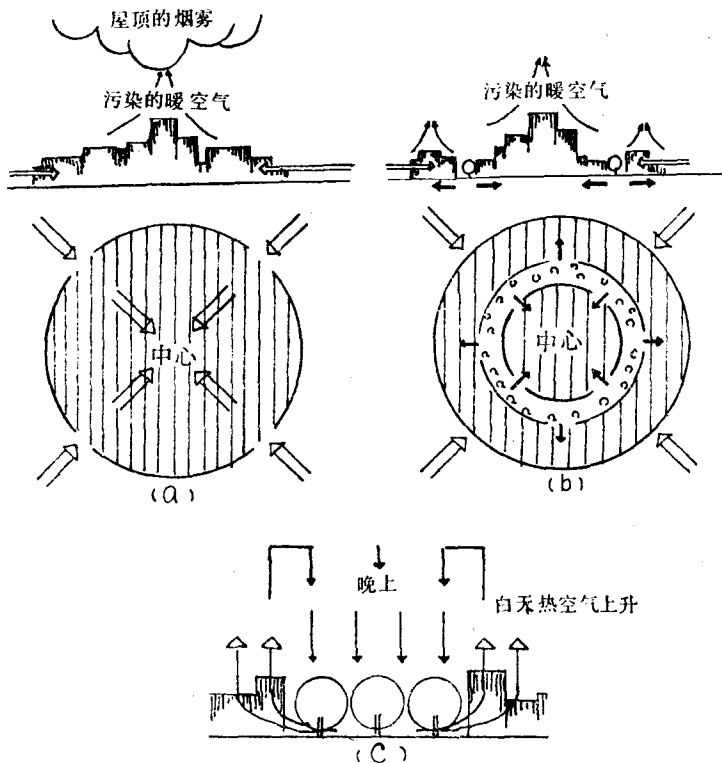


图1 城市低层大气交换条件下的空气流动图解（无风天）

- (a) 由于热空气上升，野外的风流向城市中心，严重地污染空气
- (b) 晴天和冷天，绿带和其他绿地上的空气，黑色的箭头表示新鲜和清洁的空气从绿地进入建筑多的地区
- (c) 空气循环运动

摩擦力还大大超过空旷的农村。城市街道的风有时接触地面，那里产生的气流比空旷的农村要强，因此城市有时会产生强烈的阵风。城市街道里的气流随街道的方向而变化，环流是从冷的、遮荫的墙边向有阳光的方向发展。由于风场的改变，特别是在地面附近，对空气中废气的数量有相当大的影响。在迎风面，气流在高大建筑物的底部产生回旋运动，在背风面，气流产生湍流运动，这种情况已在风洞进行过观测。这种运动严重地阻碍了空气的垂直交换。因此，在儿童运动场和公共娱乐区，可能出现最坏的空气条件。城市风速的减弱，最后还导致了冷却和居民生理氧化过程的减弱。

在无风天，另一方面又发生一种特殊的风系，即所谓“城郊风”。由于密集建筑物热量的增加，热空气必然上升，与此同时，空气从郊外流向城市中心。这样就必然使城市空气严重污染，因为流入的风沿途携带灰尘和废气，这就是我们在城内发现有害空气的原因（图1）

城市植物的缺少，对城市加热过程起很大的作用。植物的光合作用，仅仅消耗一部份太阳辐射，但是通过植物的蒸发蒸腾，却大量地消耗了太阳辐射能量。Baumgartner (1956) 发现，一片云杉幼林，由于蒸发蒸腾作用，每天能吸收太阳辐射能量的66%，最多可以吸收90%。（崔森）

二、树木的作用（效能）

在三十年代 (Loebner, 1935)，人们研究了树木和森林减少污染的作用以后，污染的增又进一步促进重视植被作用的研究 (Foy, 1970; Garber, 1967, 1973等)。

1. 减少尘埃污染

在评价植被减少尘埃污染的过程中，我们必须把自然植被减少灰尘和人工造林促使灰尘的减少区别开来。

人工林本身，除少数情况外（花粉），一般不产生任何灰尘。从林外吹积来的灰尘多半都被植被阻挡 (Hennebo, 1955)。由于森林可使风减弱，大大降低了空气携带灰尘的能力，使空气中混杂物沉降下来 (Kreutz, 1952; Kreutz 和 Walter, 1960)。在稀疏的人工林中，风可以从中间穿过，它表现出与稠密人工林不同的反应。在密林里，灰尘量在林内迅速减少，灰尘量在林分的迎风面达到最大值，而在背风面降低到最小值，然后再次增加，而在开阔地上灰尘却以相对稳定的比率下降，这个比率大小决定于离灰尘源的距离 (Hennebo, 1955, 图2和图3)。在散生稀疏人工林的背风面林缘处灰尘值最大，而后随着距灰尘源距离的加大而逐渐减小。风速增加使风掠过密林，轻的尘核被带过密林。但是在稀疏透风的人工林内，刮进的气流在林内或在林分的背风面停下来。在稠密的人工林中，虽然达不到像稀疏人工林同样程度，但由于涡流的副作用也能发生空气污染，尘埃越小，被树木过滤出的越少，相反它们会被穿过人工林的气流带走。表4是在法兰克福（德国城市）一个无风而有太阳的天气里测定的结果。可以用来表示人工林清除灰尘的作用。据 Gracfe 和 Schuetze (1966) 在几乎没有树木的汉堡城（德国城市）的测定，灰尘年平均值多于850毫克/米²/天。而在郊区及所有城市公园长满树木的地区也测定了几公顷，其结果是少于100毫克/米²/天。

灰尘过滤作用决定于树种的物理，化学和生理特性 (Steubing 和 Klee, 1970)。稀疏的西方鹅耳枥树篱上部对灰尘有较大的沉降作用，而云杉对灰尘的沉降作用更多地表现在中部和基部。欧洲山松 (*Picea abies*) 比杜鹃过滤作用大。Dochinger (1972) 进一步肯定了树木的过滤作用，认为针叶树比阔叶树好些。Flemming (1972a) 论述了树木过滤灰尘的问题。他论

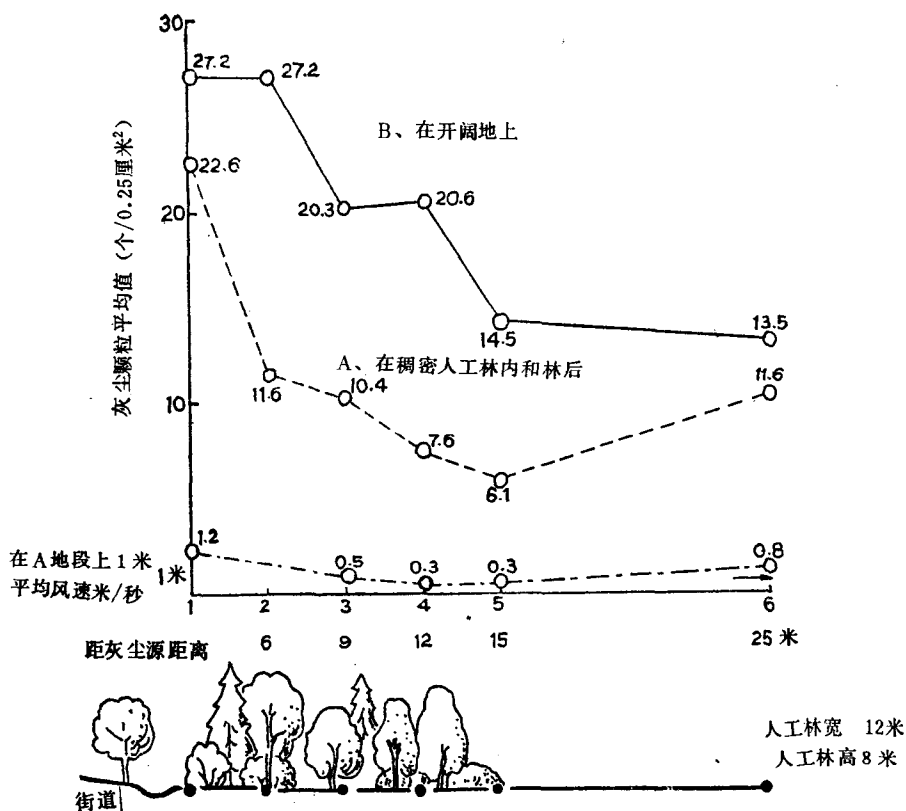


图2 在稠密的人工林和开阔地上灰尘的沉积作用

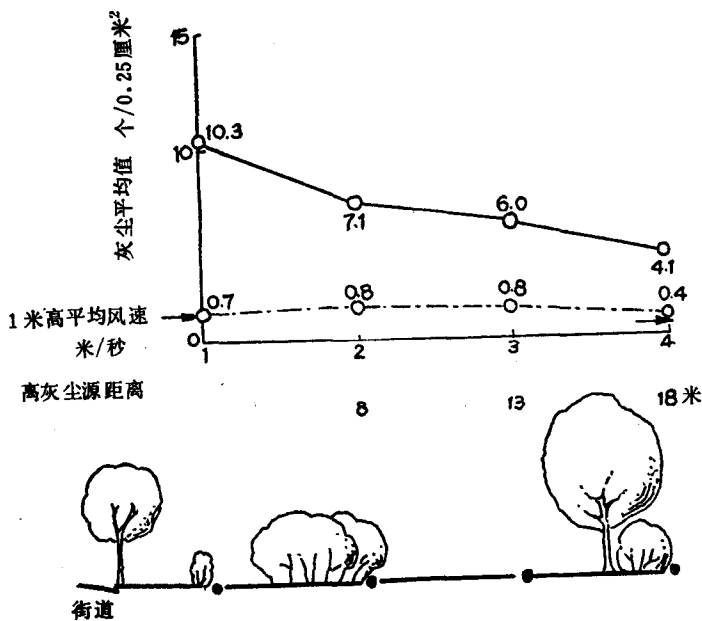


图3 在一个稀疏的田野树篱上灰尘的沉降作用