

绪 论

第一节 森林气象学的概念

由于地球引力的作用，地球周围聚集着一层深厚的空气层，称为地球大气或简称大气。大气围绕着地球，构成大气圈。地球上的水，形成水圈。地壳表面的土壤岩石部分称为土壤岩石圈。地球上的生物形成生物圈。大气圈、水圈、土壤岩石圈和生物圈之间是紧密联系和处于不断相互作用之中的。研究生物圈与它的周围环境包括太阳等星体投射到地球上的辐射能、大气圈、水圈和土壤岩石圈之间的相互影响和作用的科学称为生态学。研究大气圈内所发生的各种物理现象和物理过程的科学称为大气物理学，也称为气象学。

气象学的范围很广，涉及的问题很多，在解决问题的方法上差异也很大，随着科学技术的发展，气象学分出了许多分支学科。

一个地方某一瞬间大气状态和大气现象的综合称为天气。研究天气及其演变规律，并预测预报未来天气变化的学科称为天气学。

气候则是一个地方多年间发生的天气状态，它既包括平均状态，也包括极端状态。研究气候的形成、分布和变化规律的学科称为气候学。

研究近地面层的大气物理现象和过程的学科称为微气象学。

在局部地区范围，由于地面状况差异，在近地气层形成的特殊气候称为小气候，研究小气候的学科称为小气候学。

气象学与人类各种活动有着密切关系，因而形成和发展了许多应用气象学分支。如农业气象学、工业气象学、军事气象学、航空气象学、海洋气象学和医疗气象学等。

森林气象学是林学与气象学之间的交叉学科，也是森林生态学和气象学之间的边缘学科。森林气象学是研究森林与气象和气候条件相互影响和作用的学科。

森林气象学一方面研究气象或气候条件如何影响森林生物体，包括个体与群体，种和种群，以及森林生态系统。对森林生物个体或种的影响，首先是其生长发育和生死存亡，同时也影响其产量和质量。对森林生物群体包括种群和生态系统的影响，表现在其分布、生长发育、生物多样性、结构和功能、更新再生以及开发利用方面。尤其是影响到作为陆地生态系统主体的森林生态系统的多功能多效益，影响到森林生态效益、经济效益和社会效益，影响到地球的生态平衡、环境改良和人类的可持续发展。同时，也研究灾害性天气或气象灾害对森林生物个体、种和种群以及群落和森林生态系统的危害，及对其预报和预防与防治对策。研究气候变化对森林生物体包括种、种群和生态系统所带来的影响以及可能发生的变化。

森林气象学另一方面是研究森林生物体,包括种、种群和生态系统对气象或气候条件反作用和影响。森林作为陆地生态系统的主体,生物圈的一个重要组成部分和生物量最多且可再生的复杂巨系统,不仅对地球大气圈有影响,而且对水圈、土壤岩石圈和生物圈本身都有重要影响。因此,研究森林对气象和气候条件的反作用和影响,是森林气象学的重要内容,是研究森林生态效益的重要组成部分,也是当今全球关心的热点问题。研究森林对气象或气候条件的影响,包括对局地的影响、区域性影响和全球性影响 3 个方面。

由上可见,森林气象学的任务是:(1)研究气象或气候条件对森林培育,形成稳定、高产、优质、高效和可持续发展森林生态系统的影响,以充分发挥森林改善环境,满足人类生产和生活需要;研究气象或气候条件对林副土特产品生产数量、质量和经济效益的影响,确定经济效益最好,各种林副土特产品数量和质量最佳的优化气象或气候指标,及气候生产力的计算和预估;研究影响森林生态系统稳定及影响林副土特产品包括木质和非木质产品的不利气象或气候条件和气象灾害的危害,并进行气象灾害预测预报和进行预防与防治,以充分发挥森林的经济效益。(2)研究各种类型森林、林带、灌木林、绿地、树丛、四旁树、经济林木等对气象或气候条件的影响;森林生态系统对局地、区域和地球气候可能影响,对维持生态平衡和改善环境的作用;研究森林净化大气、土壤和水质的作用,森林与荒漠化防治及森林对光、声、电和辐射的影响等等,以充分发挥森林的生态效益。(3)研究森林气候与人类健康、疗养、休息、娱乐和旅游的关系;研究森林气候与工业、农业、牧业、渔业、城市建设和国土整治的关系。以充分发挥森林的社会效益。(4)研究生物物种保存和繁殖的气象或气候条件;各种生物种的最佳生态位的微气象或小气候条件,特别是对稀有珍贵和濒危生物种的森林气候条件的研究是森林气象学值得注意的研究任务。此外,营林及森林采伐利用各个生产环节中的气象和气候条件,林火、森林病虫害等森林灾害与气象或气候条件的关系,也是森林气象学的研究任务。

第二节 森林气象学在林业上的意义

一、中国森林概况

森林气象学是以研究森林与大气为对象,研究森林与气象或气候条件相互关系为内容的学科。因此,了解我国森林概况,是研究森林气象学的基础。

我国是世界上少林的国家。全国有林地面积为 13 370 万 hm^2 ,按有林地面积占国土总面积计算,全国森林覆盖率仅为 13.92%。据第四次 1989~1993 年全国森林资源清查统计资料,全国活立木总蓄积量为 111.85 亿 m^3 。其中森林蓄积量 101.37 亿 m^3 在森林蓄积中针叶树蓄积占 56.24%,阔叶树蓄积占 43.76%。全国人均有林地面积为 0.114 hm^2 人均森林蓄积量为 8.622 m^3 ,我国森林面积约占世界森林面积的 4%,森林蓄积量还不足世界总蓄积量的 3%。按人口平均计算,我国森林面积只有世界人均面积的 18%,人均森林蓄积量只有世界人均水平的 13%。如果与世界上林业发达国家相比,差距更大。

我国森林类型复杂,地理分布不均。我国幅员广大,地跨热带、亚热带和整个温带,因

而,森林类型复杂。从南向北分布着热带雨林、热带季雨林、南亚热带常绿阔叶林、北亚热带落叶林与常绿阔叶林及针阔混交林、暖温带落叶阔叶林、温带针阔混交林、寒温带针叶林。从东南向西北或从沿海向内陆分布着喜湿、湿润到半湿润、半干旱地森林类型。由于气候条件的影响,各种森林类型树种组成、结构、生物多样性及森林生产率也不一样,但总的情况是由南向北,由东南沿海向西北内陆类型由复杂到简单,生产率逐步降低。森林的地理分布不均,我国东半部森林分布稍多,而西半部森林很少。而东半部森林分布亦很不均匀,主要分布在大小兴安岭、长白山及西南地区,其他地区分布零散。全国森林覆盖率最少的地区在西北的青海、宁夏和新疆。青海的森林覆盖率仅有 0.35%,新疆为 0.79%,宁夏为 1.54%。

我国林地生产力低,残次林相多。全国林业用地面积 26 092 万 hm^2 ,有林地面积 13 370 万 hm^2 ,尚有 12 722 万 hm^2 无林荒山荒地需造林,林业用地的利用率远远低于林业发达国家。全国林分单位面积蓄积量小,平均每公顷仅为 75m^3 ,相当于世界每公顷平均 110m^3 的 68%。林分生长率也较低,全国林分平均每公顷年生长量为 2m^3 左右,仅为林业发达国家的 1/2。我国现有森林中,除西南的云南西北部、四川西部和西藏东南部林区,西北的天山、阿尔泰山、祁连山、白龙江林区,东北、内蒙古的大小兴安岭和长白山林区,以及湖北省神农架、海南岛林区等地还有极少量原始林外,大部分林区已逐步演替成天然次生林。其中部分森林由于经营管理不当和屡遭破坏,形成低价值的残次林分,次要树种占优势,林木稀疏,林相残破,单位面积蓄积量很低。

全国人工林面积 3 379 万 hm^2 ,占有林地面积的 1/4。我国人工造林的面积和速度是世界少有的。但是,人工林中未成林的人工林面积有 675.8 万 hm^2 ,其余均为幼林,极少为成熟林。人工林蓄积量为 7 120 万 m^3 ,仅占森林蓄积量的 0.72%,每公顷平均蓄积量只有 33.31m^3 ,远远低于林业发达国家水平。

我国森林资源统计结果表明,用材林面积 8 813 万 hm^2 ,占林分面积的 70%,用材林蓄积为 75.66 亿 m^3 ,占活立木蓄积的 65%。其中成、过熟林多分布在交通不便、不可及地区,其中西藏自治区成、过熟林蓄积有 16.53 亿 m^3 ,占全国用材林成、过熟林蓄积的 45.72%,而南方集体林 10 省、自治区仅有 1.51 亿 m^3 ,东北国有森工企业局的成、过熟林蓄积只有 6.99 亿 m^3 ,且多在交通不便未开发偏远山区。一些省区由于无成、过熟林可采,势必造成全面采中、近熟林资源,促使林龄结构更加不合理,森林可采资源潜伏很大危机。

就树种结构而论,针叶树与阔叶树各占林分面积的 50%,针叶树蓄积占 56.2%,阔叶树蓄积占 43.8%。问题是单纯林多,混交林少,尤其是人工林则主要是单纯林,地力衰退,病虫害增多,生产率下降,是值得重视的问题。此外,珍贵的针叶及阔叶树种,愈来愈少,有消失的危险。我国针叶林中以马尾松林面积最大,占全国的 14.1%,其次是落叶松林占 10.1%;阔叶林中阔叶混交林面积最大,占全国的 21.0%,其次为栎类林占 12%。

就林种结构而论,全国用材林面积占有林地面积的 70%,经济林面积占 12.2%,防护林面积占 10.3%,薪炭林面积占 3.4%,特种用途林面积占 1.2%。

二、中国生态林业建设工程

森林作为人类生存不可缺少的绿色资源,它不仅能为社会提供木材和各种林副土特产品,还能起调节气候,保持水土,涵养水源,防风固沙,净化空气、改良土壤和水质,保持生物

多样性,维持地球生态平衡等多种效益和功能的作用。我国森林贫乏所引起的一系列日趋严重的环境生态问题,受到了党中央、国务院的极大重视,邓小平同志向全国发出了开展全民义务植树运动的号召。原林业部提出了三北防护林体系建设、长江中上游防护林体系建设、沿海防护林体系建设、平原绿化工程和治沙工程等林业生态工程建设的意见,经国务院批准从1978年起先后实施。我国林业生态工程是举世瞩目的、当今世界规模最大的生态保护工程。

(一) 三北防护林体系建设工程(含京津周围绿地工程)

1978年正式纳入国家建设计划。三北防护林体系建设范围包括东北西部、华北和西北大部分地区,地跨新疆、青海、宁夏、陕西、内蒙古、山西、河北、北京、天津、辽宁、吉林、黑龙江等13个省、自治区、直辖市的551个县,总土地面积达406.9万 km^2 ,占国土面积的42.4%。整个工程建设计划从1978年开始到2050年,通过人工造林、飞机播种、封山封沙育林等多种方式,使三北地区森林面积由1977年的2493万 hm^2 ,增加至6060万 hm^2 ,森林覆盖率由5.05%提高到14.95%,林木总蓄积量由7.2亿 m^3 增加到42.7 m^3 。从1978年开始至1997年共完成造林2578万 hm^2 。加上天然林和1977年以前的人工林,有林地面积已达34466万 hm^2 ,占土地面积8.6%左右。到1995年已有100个县(旗、市、区)已基本建成区域性防护林体系。由于这项工程建设规模和速度均超过美国的“罗斯福大草原林业工程”,前苏联的“斯大林改造大自然计划”和北非5国的“绿色坝工程”,已引起国内外普遍关注,被誉为“中国的绿色长城”“生态工程的世界之最”。

(二) 长江中上游防护林体系建设工程

它是我国继三北防护林工程之后又一大型林业生态建设工程。工程建设涉及云南、贵州、四川、甘肃、青海、陕西、湖北、湖南、河南、江西和安徽11个省的271个县(市),是长江中上游地区森林覆盖率低、水土流失最严重的地区。流域面积160万 km^2 ,需造林220万 hm^2 。工程分两期进行,一期工程1989年至2000年,2000年后为二期工程。一期工程在9省145个县范围开展,总面积34万 km^2 ,防护林体系建设规模为66.67万 hm^2 。一期工程完成后森林覆盖率将从原来19.9%提高到40.7%,水土流失基本治理面积达7.4万 km^2 ,减少土壤侵蚀量4亿t,年新增木材约282万 m^3 ,薪材959万t,将产生巨大生态和经济效益。

长江是我国第一大内河,也是世界第三大河流,为万里长江建设绿化屏障,也是世界生态工程建设之最,对维护全球生态平衡有着极其深远影响。

(三) 沿海防护林体系建设工程

我国沿海海防林的建设起步于50年代,1988年经国家批准正式列入国家建设计划。建设范围包括北起鸭绿江口,南至广西的北仓河口,总长1.8万 km 的整个我国大陆海岸线,涉及11个省(自治区、直辖市)的195个县(市、区),总面积2510万 hm^2 ,占国土面积的2.6%。由于地处海陆交替、台风与海啸频繁,加上过去乱砍滥伐,过量樵采,自然生态平衡遭到破坏,水土流失严重,风、沙、旱、涝、潮等自然灾害频繁发生,因此,建设绿色海岸生态屏障有着重要意义。经过几年工程建设已造林193万 hm^2 ,营造海岸基干林带6900 km 。全工程规划工程总量为278.04万 hm^2 ,使该地区森林覆盖率由26.70%增至34.85%,预计在2020年左右完成。

(四) 平原绿化工程

我国平原总面积115万 km^2 ,占国土面积的12%。主要有东北平原、华北平原、长江中

下游平原、珠江三角洲平原等。平原地区有人口 3 亿多,耕地 4 000 万 hm^2 ,是我国农产品生产基地,也是经济文化发达的地区。平原绿化工程是以建立农田防护林为主体,结合四旁(宅旁、村旁、路旁、水旁)植树、农林混作,成片造林,构成带、网、片、点结合的综合防护林体系。它既能起防护作用,维护农区生态平衡,又能取得多种经济效益。现在全国 918 个平原、半平原和部分平原县(旗、市、区)中,已有 829 个县达到原林业部颁布的平原绿化标准。据不完全统计,全国已林网化的农田面积 3 200 万 hm^2 ,占宜建面积 82%,四旁绿化率达到 70% 以上,平原地区有林地面积达 1 933 万 hm^2 。根据工程计划到 2000 年,要全面完成,918 个县将全部达到绿化标准,全部平原农田将实现林网化。

(五) 治沙工程

陆地表面 35% 已被沙漠和沙漠化土地所覆盖,其危害涉及全球 1/6 人口。我国是世界上沙漠面积较大,分布较广,沙漠化危害严重的国家之一。全国沙漠和沙漠化土地面积约 153.3 万 km^2 ,占国土总面积的 15.9%,其中沙漠戈壁 116.2 万 km^2 ,沙漠化土地 33.4 万 km^2 ,风沙化土地 3.7 万 km^2 。我国沙漠和沙漠化土地主要分布在新疆、甘肃、青海、宁夏、陕西、内蒙古、山西、河北、辽宁、吉林和黑龙江等 11 个省、自治区,形成长达万里的风沙危害线,有将近 1/3 的国土面积受到风沙威胁。工程规划到 2000 年治理开发沙漠及沙漠化土地、风沙化土地 317.7 万 hm^2 。重点工程 18 个,试验示范基地 18 个。2010 年又一个十年治理 745 hm^2 ,到 2050 年治理 3 001.5 hm^2 。

除此之外,近几年我国又开始在黄河中下游、辽河流域、淮河太湖流域、珠江流域等江河沿岸进行生态林业建设,也取得了一定成绩。

三、森林气象学与林业

林业是国民经济中的重要产业,又是社会公益事业。发达的现代化林业是国家富强、民族繁荣、社会文明的标志之一。林业工作的主要任务是培育管理森林,使林业实现高产、优质、高效、持续发展和永续利用;在全国建立起功能较完备的生态防护体系与发达的产业体系;全面实现绿化祖国、大地园林化的任务。为社会主义建设不断提供越来越多和越来越好的林、副、土、特产品,以发挥森林的巨大经济效益;为充分发挥林业在维持和改善生态环境,保持水土、涵养水源、调节气候、净化和美化环境,抵御水、旱、风、沙等各种自然灾害,保证农业生产,保护生物多样性等多方面的巨大生态效益;有利于社会发展、增加就业机会,有利于人类健康,休息、娱乐、旅游、增加自然知识,提高文化素养等社会福利效益。在林业工作中,起基础和决定作用的是森林资源。为了科学地培养和管理好森林,必须掌握森林与环境条件相互作用的规律,包括森林与气象或气候条件相互作用的规律。因此,森林气象学在林业上有着重要意义。具体到各项林业具体工作中与森林气象学的关系是很密切的。

气象或气候条件是森林资源生长、发育、产量、质量、结构、功能和效益的最基本条件。各项林业生产活动如采种、育苗、造林、抚育、经营管理、采伐运输、良种繁育、病虫害防治、护林防火、城市园林绿化、各种防护林营造、经济林培育、各种林副土特产品的培育与生产等等,都要根据气象或气候及天气条件来科学地进行,都要考虑到有利与不利气象或天气气候条件的影响,以充分利用气象或气候资源为实现林业的优质、高产、高效和可持续发

展与永续利用服务。同时各项林业生产活动的科学性与合理性,以及由此而培育和经营管理形成的各种各样森林与各项林业开发措施,又直接或间接地对地方、区域性甚至对陆地气象或气候条件产生一定反作用,形成有利或不利的影响,对地球环境产生短期或长远的有利与不利作用。因此,森林气象学是从事林业工作不可缺少的一门重要科学,是为林业生产和科研工作服务的必要工具,是充分发挥林业的经济、生态和社会效益的必备知识。

在我国生态环境问题形势严峻,森林少,营林任务重且正在大力消灭荒山,全民办林业的条件下,掌握森林与气象或气候条件相互作用的规律,对于重新用森林描绘国土,改善环境和发展经济都有着现实意义和深远影响。

第三节 森林气象学的研究和发展概况

森林气象一词最早出现在欧洲,早在公元前 334 年,希腊人提奥夫拉斯塔(Theophrastus)首次进行了跨洲际的植物地理分布与气候环境调查,他比较了各个不同地区的植物后指出,由于高山、平原的气候差异而具有不同的植物。1745~1783 年 Hunter 和 Schaeppff 在美国纽约研究树干内温度的变化。森林气象早期主要附属在森林学和造林学中。真正系统的研究,开始于 19 世纪中叶,当时,随着工业的发展,工业革命在欧洲兴起,大量木材用于工业生产,加速了对森林的砍伐和破坏。大面积森林采伐后,造成严重的水土流失,地方气候恶化,从而促使几乎整个欧洲对森林经营的必要性产生了兴趣。人们十分关心由有林地变为无林地后,可能引起的气候变化。于是在欧洲一些国家如德国、瑞士、法国、捷克、奥地利等的一些气候工作者开始了对森林影响气候的研究,又称森林福利效应(forest welfare effect)的研究。研究首先从森林对地区的水分影响开始。埃贝迈尔(E. Ebermayer)在德国,劳伦兹·利布南(Von Lorenz-Liburnan)在奥地利首先在林内外建立气象站进行对比观测。这些对比观测站,称为双联森林站(duplicate forest station)。1884 年这种观测站在奥地利发展为“辐射状”的观测站,即在林内设 1 个站,另外 4 个站在围绕林内站的四周空旷地上,进行气象要素的比较观测。通过这些站的观测,获得了大量资料。Ebermayer、Müttrich、Schubert 等先后发表了关于森林对气候影响方面的论文。1893 年 Fernow 和 Harrington 写了《森林的影响》一书,这是森林气象学最早的著作。

德国是最早对森林气象进行系统研究的国家。1924 年德国巴伐利亚州森林气象研究所(即现在的慕尼黑大学林学院的生物气候教研室)在所长 A. Schmauss 指导下,在巴伐利亚的 Ostmark 地方的松林中建造了第一座森林气象观测塔,用来进行林分气象要素垂直分布的研究。从此森林气象研究从研究“树干空间气候”(用双联森林站观测)走向了“林分气候”(用观测塔观测)更加广阔的研究领域。1927 年该所的 R. Geiger 又在一块橡树成林中建造了两座高 27m 的观测塔,与此同时 C. Schmidaurtins 也在高 20m 的云杉林中建立了观测塔,研究森林气候的作用。R. Geiger 对森林气候作了较系统的观测和研究,并首先提出了活动面的新概念,他认为要了解整体的森林气候,必须把注意力集中在森林的活动面——林冠层上。1927 年他在总结前人工作成果及自己研究的基础上,出版了《近地层气候》专著,其中有 7 章专门论述森林气象学问题,包括定义、任务、林分结构与森林气候、林中空地气候、采伐

迹地气候、林缘气候和森林的福利效应等，这本名著是森林气象最经典著作，他是近代森林气象学的奠基人，从此以后森林气象学才开始具备了一门独立学科的特点。

R. Geiger 的学生著名森林气象学家 A. Baumgartner 于 1952~1956 年第一个系统研究了森林林冠活动面的能量平衡，把林分气候的研究引向了研究其形成的物理基础，后来发展为冠层气象学，具有很大特色。从 50 年代以来，德国在森林气象学的研究方面做了大量工作。1971 年 G. Mitscherlich 著有《森林生长和环境》一书，其第二分册《森林气候和水量平衡》是一本很好的森林气候著作。G. Fleimming 也于 70 年代出版了《气候—环境—人类》和《森林气候》两本专著。A. Baumgartner 著的《森林和生物圈》《阿尔卑斯山地水文学》和《森林气候作用和卫生保健作用》等论文和著作，都大大丰富和充实了森林气象学的内容。目前德国从事森林气象的单位主要在大学及研究所，近年来他们着重研究森林对环境的影响，包括森林的辐射特性、森林生物气候、年轮气候学、森林与酸雨、森林对大气、水质和土壤污染的净化及噪声的消除、森林气候生产力的估算、立地气候及森林对欧洲及全球气候的影响等。

原苏联的森林气象研究工作开始比较早。在 19 世纪末，俄国气象学家 В. Н. Каразин 发表了《森林与气象》论文，为世界上较早的森林气象论文。与此同时林学家 Высочкин 也开展了森林水文气象的研究。但有系统的研究，还是开始于本世纪 30~40 年代，林学家 А. А. Молчанов 做了系统研究，他的专著有《森林和水分》《森林的水文作用》和《森林与气候》等。Ю. Л. Раунер 曾系统研究过森林和植被的能量状况，于 60~70 年代先后出版了《森林的热量平衡》和《植被的热量平衡》专著。Н. И. Костюквич 于 1975 年出版了《森林气象学》教科书。Н. И. Руднев 于 1977 年发表了《森林的辐射平衡》专著。J. Ross 于 1981 年出版的《关于植被辐射状况》的专著，则对森林辐射状况用数学方法进行了理论分析。原苏联在森林气象研究上，虽然涉及范围很广，但大量工作偏重于研究防护林小气候。早在 1882 年俄国科学家 А. А. Бычихин 开始研究林带防风作用。从 50 年代以来，他们的研究成果有 Т. Е. Матякин 著的《防护林带小气候》、А. С. Малько 的《不同结构林带的防风特性》、А. Р. Константинов 的《林带与农作物产量》等专著。

美国对森林气象的研究，是从 1930 年一场黑风暴将近影响了全国 2/3 的土地，损失小麦达 51 亿 kg，至此才开始重视研究森林对改变气候的作用。近几十年来美国森林气象研究主要包括冠层气象学、林火气象、气象灾害与森林、森林的辐射特性与水文特性、森林气象模型与资料传递手段等。比较有影响的专著有 J. Kittredge 的《森林的影响》、R. Lee 的《森林微气候学》和《森林水文学》、H. C. Friffs 《年轮与气候》等等。

日本也是从 30 年代开始从事森林气象研究。平田德太郎设计出纸面蒸发器，用以模拟树木的叶面蒸发。原田泰在 50 年代出版了《森林气象学》。门司正三和左伯敏郎 1953 年发表了《对群体光能分布和同化作用的研究》，确定了光强对叶面积的依赖关系，从此开始了用数学分析方法对群体光能利用规律的研究。日本对森林气象观测网点的建设做了很多工作，从 30 年代研究北方稻作冷害时，在北海道和东北地方建成 20 余处林区气象站，到 60 年代采用气象资料自动获取系统，又增建许多林区气象站。因此，日本的气象为农林业服务做得较好。目前，日本森林气象偏重于生理和生态气象方向，也做了不少森林与环境保护方面及林业气候生产力估算与预测工作。

法国森林气象研究主要在 4 个林业科研中心、生态研究中心和有关大学进行。主要内容包括林火气象、防护林气象、生物气象及森林水文等。

英国对森林气象的基础理论如湍流扩散、蒸散、能量和 CO_2 流动, 以及光合作用的生理生态气象等方面做了许多出色的工作。I. H. Penman 著有《植被和水文学》、J. L. Monteith 著有《环境物理学》。

加拿大的森林气象研究, 因森林防火的需要发展较快。他们用水量平衡法研究出全国通用的林火预防系统指标, 以及用干旱码和闪电次数绘制分布图, 预测电击火发生地点, 对森林防火起了较大作用。

为了综合各国研究成果, 联合国粮农组织曾请有关专家合写了一本《森林的影响》专著, 包括了森林对气象或气候的影响的方方面面, 是一本很有影响并有很大价值的书。

目前, 世界上一些森林气象研究发展较快的国家, 也是工业发达的国家如西欧和北美。由于空气污染和酸雨危害, 使大面积森林受害甚至死亡, 研究森林与酸雨几乎成了森林气象学研究的中心课题, 成为人们共同关心的问题。其次表现在注意测试手段的改进和计算机的广泛利用上。这些国家的观测手段已完全从人工定时定点观测改为有线或无线遥测, 有的采用了卫星和飞机遥测, 有些野外试验已搬入室内实验室称为“小宇宙”, 进行模拟试验, 采用系统分析与数学模拟相结合的方法。森林气象学的研究范围一方面向微观扩展, 深入到树木生理与气象关系; 另一方面向宏观扩展, 研究长远的、带有区域性、大陆的不同州以至整个大陆甚至全球性问题, 如近些年来研究未来气候变化与森林成了全球热点。森林气象学研究领域与许多学科产生交叉, 如与环境物理学、环境化学、生态学、生理学、系统学、经济学等。

60 年代以来, 由于全球出现了人口、能源、资源和环境危机, 引起了各国关注, 人们对森林和林业有了新的认识, 使森林气象学的研究有了更快的发展。世界气象组织农业委员会(WMO CAGM) 1974 年 10 月在华盛顿召开第六次会议上成立了森林气象工作组, 并确定研究森林类型, 特别是热带、亚热带森林类型变化的气象效应。1979 年 9 月在索非亚召开的第七次会议上, 成立了森林对全球 CO_2 、水分和能量平衡作用的工作组, 并确定对原始森林, 特别是热带森林火险的气象问题的专题研究。1983 年 3 月在日内瓦召开的第八次会议上, 又确定 1984~1993 年以研究森林砍伐和更新为主的森林气象问题及酸雨对森林的影响, 森林对 CO_2 交换的影响等。国际林联(IUFRO) 也成立了研究森林对环境影响组, 包括研究大气环境和森林水文两部分, 并于 1983 年会同世界气象组织、美国气象学会与林学会等 8 个组织在美国橡树岭召开了森林大气环境和测量会议。进入 90 年代, 特别是 1992 年在巴西召开世界环境与发展大会之后, 世界各国特别是发达国家, 根据“森林的原则声明”, 加强了对森林作用的研究, 尤其是对未来气候变化与森林关系的研究成了普遍关注的问题, 开展了大量研究工作, 已取得一些初步成果, 虽然其不确定因素仍很多, 但促进了森林气象学研究的发展。

我国森林气象研究, 其萌芽可追溯到 2000 多年以前。在西汉刘歆时期的《周礼·考工记》云: “橘逾淮而北为枳”, 表明当时我国人民已意识到由于南北气候的不同引起树木的变化。以后在《管子·地员》中, 有山地因气候随高度变化而形成植物垂直分布带的记载。1949 年以前, 有关森林气象研究工作, 都是零星分散在林学家、植物学家和气象学家们的工作中。例如我国卓越的气象学家竺可桢、林学家陈嵘和梁希都有这方面的论述。但是, 真正系统地进行森林气象研究, 还是在新中国建立以后。1952 年中国科学院江爱良等首先在海南岛对橡胶

林和防护林的小气候做了广泛研究,以后出版了第一本有关森林气象内容的专著。1954年北京林业大学陈健等对河北西部防护林气象进行了观测。与此同时,中国科学院林业土壤研究所(现为应用生态研究所)王正非等在小兴安岭带岭林区建立了森林气象观测站,并设有梯度观测塔,对红松林、落叶松林和皆伐迹地进行长期定位观测,也对林冠下红松育苗的小气候做了观测和定性分析。1955年中国科学院林业土壤研究所(现中国科学院沈阳应用生态研究所)、林业部林业研究所(现中国林业科学研究院)、北京林业大学和黑龙江省林业所等单位联合考察大小兴安岭和长白山林区的森林火灾与气象。1958年中国科学院林业土壤研究所等单位提出了森林火灾预报方法,出版了《森林气象观测和森林火灾预报方法》专著。中国林业科学院林业研究所宋兆民等在福建南平杉木林区也于1958年建立了森林水文气象观测站,研究人工林小气候。该所又与北京林业大学合作,对甘肃省兴隆山的森林降水进行观测研究。1959年秋在四川成都召开了森林防火和森林气象学术讨论会。从60年代起,中国科学院沈阳应用生态研究所王正非、崔启武、朱劲伟、朱廷曜和北京林业大学贺庆棠等相继进行了森林气象物理基础研究如水热平衡、森林中光分布、森林蒸散等。北京林业大学和东北林业大学在小兴安岭都设立了森林气象研究站;中国科学院沈阳应用生态研究所、黑龙江省林业科学研究院和黑龙江省水文总站在小兴安岭建立了森林水量平衡场;朱廷曜等与中国科学院兰州沙漠研究所分别开展了防护林带模型的风洞试验;北京林业大学陈健等对小兴安岭林区五营与鹤岗森林对降水影响进行了研究。中国林业科学院马雪华等与四川省林业科学研究所合作,在川西米亚罗林区开展了森林小气候和森林对河川径流影响的研究。南京大学傅抱璞对林带的动力效应和崔启武对林带附近的水汽输送进行了理论分析。中国科学院沈阳应用生态研究所还试制了用于林业气象观测的温湿隔测仪、辐射平衡表等仪器。在森林雷击火的研究方面,黑龙江省森林保护研究所和中国科学院大气物理研究所合作,研制出了我国第一部三点交叉天电定位仪。中国科学院地理研究所和云南热带作物研究所进行了橡胶林小气候和霜冻预防的研究。1963年春在沈阳召开了第二次森林气象学术讨论会,这次会对森林的水、热平衡;防护林气象效应;林火气象和雷击火天气预报;天然林与人工林小气候,营林包括抚育采伐气候等进行了广泛学术交流。从70年代以来,先后召开6次全国森林气象学术讨论会。从各次会议看,大量的森林气象研究工作主要围绕着生态学、环境科学和林学来进行的。代表性的成果主要有:由王正非等编著的我国第一本全面论述森林气象的《森林气象学》的出版;朱劲伟等关于森林中光分布理论的数学模式研究;宋兆民、卫林、张翼等关于农田防护林体系的气象效应的研究;朱廷曜关于对防护林带进行风洞试验,防护林体系生态效应与边界层特性的理论研究;贺庆棠关于森林对局地、全球能量和水分收支影响及农林植物气候生产力的研究;徐德应关于未来气候变化与森林的研究;曾庆波等对热带山地雨林水热状况的研究;崔启武等关于森林的水文效应及其模型研究;此外,还有关于林火发生的气象条件与预报、林业气候区划以及园林绿化的气象效应等方面的研究成果。近10多年来,是我国森林气象研究进展最快,成果最多的时期,使森林气象的研究水平上了一个新台阶,为我国林业建设和环境保护做出了显著成绩。与国际上相比,在某些领域如防护林气象的研究已达国际先进水平。在森林气象的其他领域已独具特色或已进入世界水平。

第一篇

森林气象学基础

第一章

森林与大气

第一节 大气

一、大气的组成

大气是由多种气体混合组成。此外，大气中还包含水汽、一些悬浮在大气中的固体杂质及液体微粒。除了上述正常所含成分外，由于大气被污染，使空气中增加了新成分。

(一) 干洁空气

大气中，除了水汽、液体和固体杂质以及污染物质外的混合气体，称为干洁空气。它的主要成分是氮 (N_2) 和氧 (O_2)，约占干洁空气体积的 99% (其中 O_2 占 20.95%， N_2 占 78.08%)，加上氩 (Ar) 和二氧化碳 (CO_2) (Ar 占 0.93%， CO_2 约占 0.03%)，合计约占干洁空气的 99.99%。其他稀有气体如氖 (Ne)、氦 (He)、氪 (Kr)、氙 (Xe)、氢 (H_2)、臭氧 (O_3) 等的总和仅占 0.01%。干洁空气从地面到 100km 高度，它的成分和各种气体比例是很少变化的。干洁空气的相对分子质量为 28.966，密度 (在温度为 0°C ，101.325kPa 时) 为 1.293kg/m^3 。

(二) 水汽

大气中的水汽，来源于江、河、湖、海等水面蒸发，潮湿陆地和物体表面蒸发及植物的蒸腾。一般来说，空气中的水汽随高度增加而减少。大气中水汽主要集中在 2~3km 以下低层空气里，至 5km 高度，水汽含量减少至地面附近的 1/10，再向上，含量就更少了。大气中水汽含量按容积仅有 0.1%~4%，含量虽然不多，但它是天气变化的重要角色。如果大气中没有水汽，也就不会产生云、雾、雨、雪、霜、露等一系列天气现象。同时，水分在大气中发生相变，要吸收或放出潜热，这些都能对地面和空气温度产生一定影响。

(三) 固体杂质和液体微粒

固体杂质是悬浮在大气中的烟粒、盐粒、花粉、微生物、细菌、病毒、孢子和尘粒等。液体微粒是悬浮于大气中的水滴、过冷却水滴、冰晶等水汽凝结物。它们多集中在大气低层，其含量随时间、地点和高度而异。大气中固体杂质和液体微粒能充当水汽凝结核，对云、雨等的形成起着重要作用。同时它们能吸收部分太阳能和阻挡地面放热，对地面及空气温度也有

一定影响。

大气中除上述正常所含成分外，由于现代工业和交通运输业的发展，向大气中排放的废气和粉尘等有害物质，使空气中增加了新成分，不断污染着大气。在大气中已产生危害并引起注意的污染物成分约有 100 多种。其中影响广泛，对人类和生物界环境威胁较大的主要是各种粉尘、硫化物、碳化物、氟化物、氮氧化物等。它们使大气温室效应增强、产生光化学烟雾、酸沉降、破坏臭氧层造成空洞等已成为公害。

二、大气的铅直分层

由于地球引力作用，大气质量的 $2/3$ 都集中在大气低层，高度增加，空气密度迅速减小。当大气密度等于星际气体密度（气体质点密度为 1 个/ cm^3 电子浓度为 $100\sim 1\,000$ 个/ cm^3 ）即是大气上界了。据气象卫星探测资料推算，大气上界在 $1\,000\sim 1\,200\text{km}$ 高度上。

世界气象组织根据大气温度的铅直分布、扰动程度、电离现象等不同特性，统一规定将大气在铅直方向分为 5 层。

（一）对流层

是大气圈最低层，下界与地面相接，上界随纬度、季节和天气状况而异。平均在低纬度地区上界高 $17\sim 18\text{km}$ 中纬度地区为 $10\sim 12\text{km}$ 高纬度地区为 $8\sim 9\text{km}$ 。对流层大约集中了整个大气质量的 $3/4$ 和几乎全部水汽，主要大气物理现象和天气变化均发生在这一层中，也是对人类活动和生物界影响最大的一层。

对流层具有 3 个显著特点：气温随高度增加而降低，平均每上升 100m 温度降低 0.65°C ；空气具有强烈对流运动；温度和湿度等物理属性水平分布不均。根据对流层中气流和天气现象可分为 4 层，即下层、中层、上层和对流层顶。

下层又称摩擦层或行星边界层。高度为从地面至 1.5km 范围。受地面摩擦作用影响，此层空气对流和不规则湍流运动都很强，水汽尘粒含量多，雾和低云发生在此层。下层从地面至 100m 高度称近地层，是生物活动的环境； 2m 以下至地面称贴地层，对人类及农作物产生直接影响。

中层是指 $1.5\sim 6\text{km}$ 的大气层。它的气流状况基本上可表征整个对流层空气运动趋势，大气中云和降水都发生在此层。上层是从 6km 伸展到对流层顶部。对流层顶是过渡层，厚度数百米至 $1\sim 2\text{km}$ 。

对流层中 1.5km 高度以下受地面摩擦影响较大， 1.5km 以上则影响较小 故把 1.5km 以上大气又称为自由大气。

（二）平流层

自对流层顶到 55km 高度为平流层。平流层中空气以水平运动为主，气流平稳，天气晴好。平流层中 $20\sim 30\text{km}$ 高度臭氧含量较多，称臭氧层，它强烈吸收太阳紫外线，故气温较高。

（三）中间层

从平流层顶到 85km 高度。此层气温随高度降低。

（四）热成层

中间层至 800km 高度，空气处于电离状态称为电离层。热成层中气温随高度升高，到

300km 高度气温已达 1 000℃ 以上, 在 800km 高度上达 2 000℃。

(五) 外层

在 800km 以上的大气层, 它是大气圈与星际空间过渡地带, 这里地球引力很小, 大气质点不断向星际空间散逸, 故又称散逸层。

第二节 大气对森林的影响

大气是森林生长的外界环境条件, 也是森林生物体生活、生长和发育及繁衍不可缺少的物质来源, 因此, 没有大气就没有森林。大气对森林的影响和作用主要表现在以下几个方面:

(一) 大气中有些气体成分对森林生物体生命活动有重要影响和作用

这些气体成分有 O_2 、 CO_2 、 NO_x^- 等。 O_2 是森林植物呼吸作用的必需物质。树木呼吸时吸入 O_2 , 放出 CO_2 并借助 O_2 进行生命的生理过程, 没有 O_2 树木就不能生存。 O_2 主要参与植物的分解代谢。 O_2 使植物光合产物分解, 形成 CO_2 和水, 并释放出能量。有 O_2 呼吸可提高植物新陈代谢效能, 有利于树木迅速生长。一般大气中 O_2 的数量供植物消耗是足够的。土壤空气中 O_2 含量与植物根系生长有密切关系。 O_2 在土壤中含量在 10% 以上, 有利于根系生长; 低于 10% 时, 大多数植物根的正常生长机能减退; 当 O_2 含量降到 2% 时, 这样就只能维持不死而已。地下水水位高的地方, 由于缺 O_2 , 根系都限于地表, 形成浅根系。只有少数树木如柳树等根可生长于水分饱和的土壤中, 这些根细胞在无 O_2 呼吸时不会遭受毒害。此外, 林木种子缺 O_2 时, 休眠期延长, 萌发则必需要有足够的 O_2 。

CO_2 是森林植物体进行光合作用积累干物质进行生长发育所不可缺少的原料。植物光合作用反应方程为:



式 (1-1) 的逆反应, 就是呼吸作用反应过程。由式 (1-1) 可见, 光合作用形成 1mol 碳水化合物 ($C_6H_{12}O_6$) 需 6mol CO_2 , 那么在光合产物中形成含有 1g 碳素的生物量 (M_C) 需吸收 CO_2 的量为

$$M_C = \frac{6CO_2}{6C} \doteq 3.67g \quad (1-2)$$

如果用 1g 生物量为单位, 则形成 1g 生物量吸收的 CO_2 量 (M_{CO_2}) 为

$$M_{CO_2} = M_C \cdot C_B = 3.67C_B \quad (1-3)$$

(1-3) 式中 C_B 为 1g 生物量中的碳素量。据对各种森林的测定, 其值变化在 0.43~0.52, 一般为 0.5 左右。因此, 光合作用形成 1g 生物量, 吸收 CO_2 的量变化于 1.54~1.90g, 平均为 1.84g。植物进行光合作用吸收 CO_2 , 加以固定和贮存。(1-1) 式的逆反应是呼吸作用, 呼吸作用则吸收 O_2 放出 CO_2 。光合作用与呼吸作用吸收与放出 CO_2 之差, 即为植物净吸收 CO_2 积累干物质的量, 通常, 植物净吸收固定 CO_2 之量是光合作用吸收量的 2/3~1/2。

林木光合作用需要不断吸收 CO_2 放出 O_2 , 而林木呼吸作用, 不论白天还是夜间, 则需要吸收 O_2 放出 CO_2 。通常白天大部分时间林木光合作用吸收 CO_2 的速度总是超过呼吸作用释

放 CO_2 的速度，当林木吸收和释放 CO_2 的速度达平衡时，这时 CO_2 进入叶片的量与释放量相等，此时称为补偿点，当光合作用进一步降低，则呼吸作用占优势。在夜间，只有呼吸作用的 CO_2 释放。

氮 (N_2) 是一种惰性气体，不能被绝大多数植物所利用，必须依靠固氮生物如固氮菌和蓝绿藻等或工业方法才能固定下来。某些蓝绿藻，豆科植物的根瘤菌及土壤中的固氮菌，能把大气中的氮固定成氨或铵盐。近来还发现有的非豆科植物也具有固氮根瘤菌，也发现了一些生活在叶面上的细菌和藻类，以及热带森林中潮湿地上的附生植物，也有固氮能力。

绿色植物包括林木所使用的氮都是无机态的，它们从土壤中分别以 NO_3^- 和 NH_4^+ 的形式被吸入，最主要的是 NO_3^- ，它是植物重要氮来源。氮是植物生长不可缺少的养分。林木主要靠根系从土壤中吸收养分包括氮、磷、钾及微量元素。林木养分缺乏，不仅生长速度减慢，而且其他生理活动也要受到一定影响，抵抗不良环境能力下降，很易感染病虫害及产生生理病害。

(二) 大气污染物对森林生物体的危害

由于工业发展，人类活动的结果，使大气中直接或间接增加了一些大气中正常成分以外的有害气体和物质，其数量和强度超过大气的自身净化能力，以致造成对生物甚至人类产生危害，这些有害气体和物质就是大气污染物。气体污染物包括 SO_2 、 HF_2 、 NO_2 、 O_3 、 CO 等等，液体或固体污染物又称气溶胶粒子包括烟尘、粉尘、酸滴等。

当前对森林生物体影响最大、危害最重的是酸雨，它是由工业和民用燃煤或燃油排放到大气中 SO_2 和 NO_x 转化为硫酸和硝酸随降雨降落地面的酸性沉降物。酸雨对森林的危害开始于本世纪 70 年代初，首先在中欧发现，以后许多国家包括我国都相继发生了酸雨危害，不仅造成了对农田、湖泊、建筑物等的危害，而且对森林生物体也包括它们的环境如土壤的危害，使许多森林和树木衰亡。

大气污染对森林的影响包括直接影响和间接影响两方面。

直接影响是指大气污染物直接作用于林木各个不同组织器官，造成这些组织的损害，从而影响树木的生长发育。例如酸雨的作用下，大量营养物质从森林植物体上淋失掉，淋失最多的营养元素有钾、镁、锰等，有机物包括糖类、氨基酸、有机酸、激素、果胶等。大气污染物能抑制森林植物光合作用，它能改变气孔的开张，影响叶绿体浓度、改变 pH 值和冲击光合作用中关键性的蛋白质和酶。对光合作用影响的污染物主要有 SO_2 、 O_3 、氟化物及重金属等。大气污染物颗粒在叶面积累或通过气孔不断吸收大气污染物，可导致细胞及组织损害， SO_2 、 NO_x 、 O_3 等都能使叶子坏死。大气污染物还能使花粉发芽率降低、花粉管的伸长受损，从而影响种实的产生，造成整个森林受损。

间接影响主要是大气污染物通过影响森林土壤、森林昆虫、森林中真菌、细菌和微生物等间接影响森林。在酸雨作用下，土壤 pH 值下降，使土壤酸化，使代换性养分淋失，延缓微生物作用及植物残体的分解过程，从而影响森林生长。酸性沉降物也可加强土壤中铝的释放，使其在植物中富集，影响磷代谢，破坏细胞分化，影响植物生长；一些森林昆虫特别是危害大的昆虫种群数量与植物生长势成反比，大气污染使森林本身受损变得衰弱，使森林易受有害昆虫的侵袭。自然界 95% 以上树木有真菌与根共生而形成菌根，菌根不利于树木对养分吸收，酸雨能影响菌根发育，水的酸度愈大，菌根生长的抑制愈明显。

总之，大气污染对森林的影响是全方位的，污染对森林的危害已引起全球关注，在欧洲森林的 40% 受到酸雨危害，美国、东亚等越是发达国家，森林受污染威胁也越大。

第三节 森林对大气的影响

森林与大气的关系是相互作用和影响的，大气是森林生物体不可缺少的环境条件，同时，大气污染又会给森林生物体带来危害；而森林也会反过来影响大气。森林对大气的影响，主要表现在：

一、森林对大气组成成分及其污染物的影响

森林植物通过光合作用吸收大气中 CO_2 ，放出 O_2 ，通过呼吸作用放出 CO_2 ，吸收 O_2 。一昼夜中吸收与放出 CO_2 之比为 3:2，因而使 CO_2 中所含碳素在植物体内聚集而形成生物量的积累。据资料报道， 1hm^2 森林每天可吸收 1tCO_2 ，放出 0.73tO_2 ，全球森林每年能使 550 亿 tCO_2 转变成木材贮存，同时放出 400 多亿吨 O_2 。全球森林吸收 CO_2 放出的 O_2 超过世界人口呼吸所需 O_2 的近 10 倍。森林植物通过光合作用和呼吸作用，可影响大气中的 O_2 、 CO_2 循环和平衡。森林植物是大气圈 CO_2 之汇和 O_2 的制造者，对大气中的 CO_2 和 O_2 的数量有着重要影响。正是由于森林的存在，人类通过各种生产活动向大气中排放的大量 CO_2 被森林吸收利用，使地球温室效应减缓，对防止地球气候变暖起到一定遏制作用。否则，没有森林和绿色植物的造氧作用和汇集 CO_2 的作用，大气圈的组成成分及其数量不能保持稳定，就会越来越不适宜人类和生物生存和繁衍，不难设想，就会造成人类和生物从地球上消失。

地球上各种类型、形形色色的森林和植物，还能对人工排放到大气中的各种污染物，在一定范围和一定浓度条件下，起到一定的过滤和吸收（或吸附）作用，从而使空气净化。

森林由于结构复杂，树叶表面不平，多绒毛，有的能分泌粘性油脂及汁液，能吸附大量飘尘。据测定，每公顷松林每年可滞留 36.4t 灰尘，云杉林为 32t。绿地的减尘率可达 37.1%~60%。有些树木还具有吸毒降低空气污染的作用。据测定，松林每天可从 1m^3 空气中吸收 20mg 的 SO_2 ， 1hm^2 柳杉林每年可吸收 720kg SO_2 。柑橘叶可含氟 138 $\mu\text{g/g}$ 不受害，泡桐、女贞、大叶黄杨、梧桐等树种吸氟抗氟能力较强。

许多森林植物能放出大量杀菌素，负离子和芳香化合物使空气消毒，使空气清新，清洁空气。森林植物放出的杀菌素，不仅能消灭空气中单细胞微生物、细菌、真菌与原生动物，而且对多细胞动物如昆虫、壁虱等都有毒害作用。例如 0.1g 磨碎的稠李树冬芽，能在 1s 内杀死苍蝇。松属、圆柏属、云杉属、桦木、山杨、橡树、稠李、桉树等都能分泌杀菌素。有人计算过 1hm^2 柏树林一昼夜可分泌 50kg 植物杀菌素。它们可杀死各种疾病，如结核、霍乱、痢疾、伤寒、白喉等的病原菌。有人统计过，森林内 1m^3 空气中只有 300~400 个细菌，而林外就有 3 万~4 万个，而城市中则更多，所以，森林中的空气像经过消毒一样的洁净，此外，森林中负离子含量较多，有益人体健康。

二、森林对大气状态的影响

大气状态包括大气的冷、热、干、湿、风、云、雨、雪等各个气象要素及其表现出的天气、气候等状况。森林作为陆地下垫面占有面积 30% 的主要下垫面，对大气状态包括天气和气候的地方性与区域性影响都是不可忽略的，都具有作用。森林在夏季使其生长地区及其附近气温降低，冬季升高。低纬度地区森林总的可使当地气温降低；高纬度地区则使其气温升高。森林蒸散量大，林区及其附近地区空气湿度较大；森林可大大降低风速，在林区及其附近地区形成一种比较湿润、变化较缓和舒适，与海洋气候类似的森林气候。当森林被破坏后则地方气候变得严酷，常有更重的大陆性气候的色彩。所以，森林对地方或区域性大气状态是有明显影响的，森林能在一定范围内起到调节局地或区域气候的作用，而森林对整个地球大气状态也会有影响。

森林还能减轻或防止来自大气圈的灾害，如森林可减低风速，防止害风和干旱风的形成，预防冷害及霜冻害，减少雹灾形成，阻挡沙尘暴等。

关于森林对大气状态包括天气及气候的影响，我们将在以后的章节中分别阐述，在此则不一一列举。

三、森林对噪声及辐射的影响

噪声是对人的一种声波危害，它是工业社会的产物，是借助于大气传播的。辐射主要指对人危害的各种辐射，例如核辐射、电子辐射等，它也是借助于大气传播的。噪声和辐射不是大气本身所固有的成分，也属于大气被污染。

森林对噪声的衰减作用机理表现为：噪声波被树叶向各个方向不规则的反射而使声波快速衰减；另一方面噪声波引起树叶微振而消耗声能。其中，阔叶树最明显，其树冠能吸收其上面声能的 26% 反射和散射 74%。有关研究还指出，森林能更强烈地吸收和优先吸收对人体危害最大的高频噪声和低频噪声。

不同的绿地类型减缓噪声有一定差异：

1. 片林 据测定，100m 的树木防护林常可降低汽车噪声 30%，摩托车噪声 25%，电 车噪声的 23%。

2. 行道树 据在北京测定，其减噪声效果为 5.5dB。

3. 攀缘植物 当攀缘植物覆盖着房屋的时候，屋内噪声强度可减少 50%。

4. 绿篱绿墙 据在北京测定，两行绿篱总的减噪效果为 3.5dB。

5. 草坪 噪声越过 50m 的草坪 附加衰减量为 11dB 越过 100m 后，附加衰减量为 17dB。

树木对电子辐射和核辐射也能产生一定影响。其主要作用是树木能吸收一部分辐射波，同时也能起阻挡、与之发生共振和反射等作用，所有这些都能使各种辐射波衰减和产生一定的能量消耗，起到一定的防止各种辐射对人类的伤害作用。