

联合国欧洲经济委员会(UN/ECE)
关于欧洲长距离跨国界空气污染的协议
空气污染对森林影响的评价和监测国际合作项目
(ICP Forests)

森林资源监测和可持续经营丛书(三)

丛书主编 唐 守 正 本书翻译 王 彦 辉



空气污染对森林影响的 统一采样、评价、监测 和分析的方法与标准手册

德国林业和林产品研究中心 ICP项目协调中心编辑

中国科学技术出版社

森林资源监测和可持续经营丛书 (三)

联合国欧洲经济委员会 (UN/ECE)
关于欧洲长距离跨国界空气污染的协议

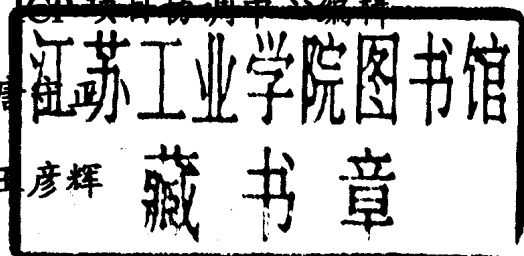
空气污染对森林影响的评价和监测国际合作项目
(ICP Forests)

空气污染对森林影响的统一采样、
评价、监测和分析的方法与标准手册

德国林业和林产品研究中心 ICP 项目协调中心 编辑

丛书主编 唐祖亚

本书翻译 王彦辉



中国科学技术出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

空气污染对森林影响的统一采样、评价、监测和分析的方法
与标准手册 / 德国林业和林产品研究中心 ICP 项目协调中心
等编. —北京:中国科学技术出版社,2002.7

(森林资源监测和可持续经营丛书;3)

ISBN 7-5046-3315-1

I. 空… II. 德… III. 空气污染-影响-森林-生态系统
IV. S718.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 043714 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:62179148 62173865

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷学院实习工厂印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:17 插页:4 字数:450 千字

2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—500 册 定价:60.00 元

丛书主编：唐守正

本书翻译：王彦辉

本书校订：于澎湃 刘惠文

参 与 者：王彦辉 唐守正 蒋有绪

于澎湃 刘惠文 张会儒

责任编辑：赵 晖

封面设计：刘一明

责任校对：何士如

责任印制：安利平

Preface

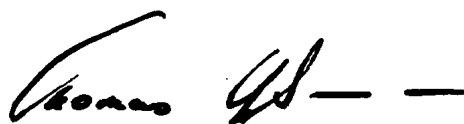
It is my pleasure to provide you with the manual of the International Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests) of United Nations Economic Commission for Europe (UN/ECE) in Chinese language. The translation from the English version was only possible due to the important work of Prof. Yanhui Wang of the Chinese Academy of Forestry. I would like to thank Prof. Wang very much for his work.

ICP Forests was established under the UN/ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) in 1985 in response to widespread concern that air pollution could affect forest condition. One year later the European Union adopted its scheme on the protection of forests against atmospheric pollution. Since that time both programmes have been closely cooperating. At present 38 European countries as well as the United States of America and Canada are participating in the programme. The results of ICP Forests provide a scientific basis for political decisions on air pollution control in Europe. Moreover, the wealth of data is becoming increasingly interesting for other international processes of forest politics, e.g. those related to climate change, biodiversity and sustainable forest management.

Air pollution and its detrimental effects on forest ecosystems are not confined to Europe and North America, but are a problem of the industrialized regions all over the world. For this reason, first contacts have been established between ICP Forests and countries in Eastern Asia through the East Asia Network of Acid Deposition (EANET). Against this background it is an honour for ICP Forests that Chinese scientists are considering to make use of the ICP Forests manual.

This manual contains a detailed description of all methods to be used for the assessment in the forests as well as for the procedures in the laboratories. Moreover the manual provides the data submission forms and gives clear indications on quality assurance procedures.

I hope that this manual is of interest for you and can assist you in the monitoring of the forest ecosystems in your country.



Thomas Haußmann
(Chairman of ICP Forests)

2001 年 1 月 20 日

前 言

森林是最重要的陆地生态系统，在维持陆地生态平衡方面发挥着不可替代的重要作用。维持森林生态系统的稳定性，是实现可持续发展的基础。

在全球变化背景下，森林生态系统的稳定性不可避免地受到了酸沉降、气候变化、环境污染、土壤酸化、生物多样性减少等方面的影响，并且已经形成了明显的危害和威胁。森林生态系统稳定性的下降，是国内外都面对的重大生态环境问题。以德国为例，明显遭受酸沉降危害的森林比率在1985年为19.2%，1992年上升到26.7%，以后随着环境改善，1998年又缓慢下降到21%，但仍存在一个趋势，即在原来严重危害地区缓慢好转的同时，受害相对较轻的树种和地区的危害程度却在增加，表明了问题的长期性和复杂性。我国南方是继欧洲和北美之后的世界第三大酸雨区，森林受害相当严重；北方存在着空气污染和臭氧等对森林的危害；气候变化更会对于旱缺水地区的森林造成威胁。

进行森林健康监测，将有助于及时了解森林生态系统的健康水平的动态变化、及时制定和修改有关的生态环境政策。因此，作为生态环境监测的重要组成部分，尽早开展森林健康监测，对于保障我国林业和社会经济的可持续发展，是非常必要的，也是十分紧迫的。

欧美发达国家近些年来日益重视开展森林健康监测，如欧洲从1985年开始，就启动了监测和评价空气污染影响森林的国际合作项目（ICP Forests），经过多年运行，已经发展形成了一套包括样地布设、样树选择、样地和样树管理、数据采集、数据分析、质量保障等一系列内容在内的相对完整和成熟的监测技术体系，监测活动也已经成为国际间的重要联合行动。

鉴于国际森林监测体系和技术的日益进步，中国的森林监测项目也应该吸收国际先进经验，逐步改进我国的森林资源监测体系。为此，1998年在林业部设立了“森林资源监测指标体系及先进技术的引进”项目，本手册的中译本是该项目的成果之一。期望通过本手册的翻译出版，能够有助于国内有关人员详细了解森林健康监测的国外技术，缩短我国发展类似技术的路程，促进我国的森林健康监测行动。

由于我国具有与欧洲不同的气候、植被、土壤、污染等方面的情况，所以

肯定地说，还不能在国内简单地、全盘照搬式的直接应用 ICP Forests 项目技术手册，还需要在实践中加以发展完善。另外，由于监测活动涉及的学科很多，也难免存在一些有关专业词汇的翻译准确性问题，敬请读者批评指正。

中国科学院院士、中国林业科学研究院研究员

唐守正

中国科学院院士、中国林业科学研究院研究员

蒋新章

中国林业科学研究院研究员

王彦辉

2001 年 3 月 20 日



图1 挪威云杉针叶放叶期



图2 开花的挪威云杉



图3 挪威云杉的开花期结束

图4 欧洲赤松的放叶期，在伸长的嫩枝底部可看到绿色针叶



图5 欧洲赤松的雌花

图6 欧洲赤松的雄花





图7 欧洲山毛榉的展叶期

图8 欧洲山毛榉的开花期



图9 欧洲山毛榉的秋季变色期



图10 落叶栎树的秋季变色期

图11 常绿栎树的展叶期



图12 常绿栎树的开花期

总 目 录

第一部分	空气污染对森林影响的评价和监测国际合作项目 (ICP Forests) 的结构和功能	(1)
第二部分	林冠健康状况的直观评价和加强监测样地上树冠健康状况直观评价子手册	(31)
第三部分	土壤样品的采集与分析以及土壤溶液的收集和分析子手册 ...	(84)
第四部分	针叶和叶片样品的采集与分析	(122)
第五部分	生长和产量的估计	(142)
第六部分	沉降量和空气污染的测定	(163)
第七部分	加强监测样地的气象监测	(212)
第八部分	地表植被的评价	(228)
第九部分	物候观测	(237)
第十部分	空气质量监测	(252)

第一部分

空气污染对森林影响的评价和监测

国际合作项目 (ICP Forests) 的结构和功能

目 录

1 引言	(2)	3.2.2 森林生态系统水平上的 加强监测 (水平 II)	(7)
2 空气污染对森林影响的评价 和监测国际合作项目 (ICP Forests) 的目标与组织管理	(3)	3.2.2.1 样地的选择和建立	(7)
3 项目实施	(4)	3.2.2.2 水平 II 的数据呈报和 评价	(9)
3.1 空气污染对森林影响的 评价和监测国际合作项目 (ICP Forests) 的组织结构 ...	(4)	3.2.3 森林生态系统分析 (水平 III)	(9)
3.1.1 国家项目中心的任务	(4)	3.3 报告系统	(9)
3.1.2 领导国的任务	(5)	4 进一步行动的需求	(9)
3.1.3 项目协调中心的任务	(5)	5 未来对长距离跨国界空气 污染公约 (LRTAP) 的贡献 ...	(10)
3.1.4 专家组和协调中心的 任务	(5)	参考文献	(11)
3.1.5 项目协调组的任务	(5)	附录	(13)
3.2 监测活动	(5)	附录 1: CLRTAP 的附属 机构	(13)
3.2.1 大尺度的森林状况监测 (水平 I)	(5)	附录 2: 样点选择: 移动 样地中心的随机数网格 ...	(14)
3.2.1.1 样地的选取和建立	(5)	附录 3: 标准的水平 II 样 地设计 (举例)	(15)
3.2.1.2 水平 I 样地上的监测 活动	(6)	附录 4: 地址	(15)
3.2.1.3 水平 I 的数据呈报和 评价	(6)	附录 5: 科学顾问组 (SAG) 的 成员和他们的代表	(27)

1 引言

在 20 世纪 70 和 80 年代, 联合国欧洲经济委员会 (UN/ECE) 中为数不少的成员国出现了未知原因的森林受害现象。人们根据受害症状的快速发展、广泛传播和与树种无关等特征将其描述为“新型森林衰退”。所有已知的伤害树木的因素, 像极端气候条件、昆虫、真菌或烟雾, 都不能充分地解释这种现象的所有方面。

现在, 即使在远离工业空气污染源的地区也有空气污染对生物群的破坏性影响的假定, 被越来越多的来自挪威的研究项目“酸沉降对森林和鱼类的影响”的证据所支持。Overrein et al. (1981) 的最终报告揭示, 酸沉降的长距离传输与生态系统组分 (如土壤、树木、水、鱼类等) 的反应之间, 有密切的关系。国际生物学研究计划 (IBP) 在德国中部索林 (Solling) 地区 (Ulrich et al., 1979) 始于 1966 年的研究也得出相似的结论, 并强调慢性沉降对森林的生物地质化学循环的有害影响。

多数有关森林受害原因的假说认为所观察到的不同受害类型是整个生态系统功能失调的表现, 这种生态系统功能失调在不同的程度上是由空气污染引起的: 长距离跨国界的空气污染被认为或者是前期性的、伴随性的因素, 或者是激发性的因素。在森林中实际发生的一些变化证实了上述观点, 如淡水的酸化。

可是, 大多数的解释也暴露了一个问题, 即到底什么是森林生态系统的“正常”功能。因此, 有关森林衰亡的研究经常把揭示森林物质循环的基本原理和森林稳定的标准作为研究目的。

在这样的背景下, 长距离跨国界空气污染公约的执行机构 (CLRTAP) 在 1985 年 7 月的第三次会议上决定启动空气污染对森林影响的评价和监测国际合作项目 (ICP Forests)。这个项目受命促进在国家水平上收集与实际环境条件 (特别是空气污染, 包括酸沉降) 有关的森林变化的综合的、可比的数据, 以改善对污染危害森林发展趋势的预测和较好地理解有关因果关系。在 1991 年以前, 这个合作项目的协调, 包括这个手册的第一个版本的准备, 一直是由联合国环境计划 (UNEP) 的 UNEP/ECE 项目 FP/6103-83-01 资助的。从 1990 年起已经由参与国自愿捐助合作经费。

执行机构还决定建立一个以联邦德国为领导国的特别任务组, 它负责项目的实施 (工作计划, ECE/EB.AIR/7, Annex IV, 3.3.3)。

特别任务组的第一次会议于 1985 年 10 月在德国弗赖堡 (Freiburg) 举行, 会议要求准备一个手册, 以统一进行采样、评估、监测和分析空气污染对森林影响。这个手册的第一、第二个版本分别于 1986 年和 1989 年出版, 其中包括评价林冠健康状况的统一方法。1989 年以后, ICP Forests 项目朝着在不同的监测强度水平上监测森林的方向大大扩展了它的工作内容 (水平 I、II、III, 参照 3.2)。水平 I 和水平 II 的监测与欧盟 (EU) 进行了密切合作。在 1994 年, 出版了这个手册的第三个版本, 增加了对土壤和叶子的采样和分析、生长和产量的评估、沉降量的量测。

在这个手册的第四个版本里, 首次进行了模块型设计, 包括以下几个部分 (分册):

第一部分 空气污染对森林影响的评价和监测国际合作项目 (ICP Forests) 的结构和功能

第二部分 森林树冠健康状况的直观评价

第三部分 土壤取样和分析

第四部分 针叶和叶片的取样和分析

第五部分 生长量和产量的估计

第六部分 沉降量测定

第七部分 加强监测样地的气象监测

第八部分 地表植被的评价

在第二至第八部分中,以附录的形式详细介绍了工作方法。每个附录还包括由欧洲委员会提供的表格等数据呈报形式,以及相关的注释。

2 空气污染对森林影响的评价和监测国际合作项目 (ICP Forests) 的目标与组织管理

在这一章里,将介绍有关项目的目标、监测强度水平、监测内容、各机构的任务的背景。附录 I 给出了 ICP 森林在长距离跨国界空气污染公约 (CLRTAP) 的附属机构的结构中的位置。

CLRTAP 执行机构提出,广泛的森林受害可能是由长距离跨国界的空气污染所引发的,因此要求 ICP Forests 监测空气污染对森林的影响、更好地理解有关因果关系 (ECE/EB.AER/7)。基于这种使命,ICP Forests 从一开始就设定以下 3 个目标:

第一,在区域、国家、国际这三个水平上,深入了解森林健康状况的时空分布及其与包括空气污染在内的胁迫因素之间的关系。

第二,更深刻地认识空气污染和其他危害因素对森林生态系统的影响和有关的因果关系。

第三,更深入地探索和理解在空气污染和其他危害因素影响下森林生态系统各组分间的相互关系。

以上这些目标都需要在不同时空尺度上的不同监测途径和监测强度。只有采用非常合适的监测方法和不同水平的综合,才有可能实现这些目标。在几个国际合作项目的实施过程中,采用了类似的不同监测强度水平的组成结构。在大范围内对大量样地的监测,会揭示森林受害症状的大尺度和长期的发展;对少量加强监测样地的监测会得到因果关系,但是在没有大尺度数据时将不能从加强监测样地得到的因果关系外推到大区域。

在本项目开始时,设计了如下三个水平的监测强度:

水平 I: 大尺度上不同森林组分基本参数(林冠健康情况、土壤条件、叶片和针叶的元素含量)的调查,以获得与森林健康状况时空变化有关的结果。通过对一个国家的森林(不同密度的国家网格)和欧洲的森林(16km×16km 的网格)系统抽样,对样地进行低强度的监测来完成水平 I 的监测。

水平 II: 加强监测,以认识森林生态系统功能中的关键因素和过程。这主要通过对其分布区内具有代表性的一定数量的永久监测样地进行监测来实现。

水平 III: 对特殊森林生态系统的分析,目的是深入了解空气污染影响的因果关系,通过建立一些适合于详细研究生态系统内所有组分之间复杂的相互作用的永久样地来进行有关研究(例如包括生态系统的平衡)。

3 项目实施

3.1 空气污染对森林影响的评价和监测国际合作项目（ICP Forests）的组织结构

在图 3.1-1 中给出了 ICP Forests 的结构。ICP Forests 由其特别任务组监管，特别任务组代表其 35 个成员国和欧洲委员会（EC）。每一个成员国有一个国家项目中心（NFC）。委托项目协调中心（PCC）来管理项目的协调、重点在水平 I 的林冠健康状况方面的 ICP Forests 的有关部分数据的存储、评价和报告。项目协调组（PCG）从科学方面来指导整个项目的实施。

对水平 I 和水平 II 的统一监测方法的需求，导致五个发展合适的监测方法专家组（EP）的逐步形成，它们是土壤专家组、树叶专家组、材积生长专家组、沉降专家组和林冠健康状况专家组。在水平 I 上土壤和树叶方面的数据的管理、评价及相应的报告方面，森林土壤协调中心（FSCC）和森林叶片协调中心（FFCC）与欧洲委员会进行了密切的合作。

水平 II 上的协调、数据管理和报告由欧洲委员会执行。为了获得科技支持，欧洲委员会成立了森林加强监测协调研究所（FIMCI）。虽然 FIMCI 只是欧洲委员会的顾问，它仍然负责管理非欧盟国家的水平 II 上的数据。作为欧盟的一个机构，科学顾问组（SAG）提供了评价意见，其中非欧盟国家的专家也参与了科学家顾问组。水平 II 的监测采用了欧盟和 ICP Forests 的泛欧洲项目的形式。

在附录 4 中给出了参与国和欧洲委员会的负责部门、欧洲委员会的森林加强监测协调研究所、国家项目中心、专家组、协调中心的地址。在附录 5 中给出了科学顾问组成员的名单和他们的代表。

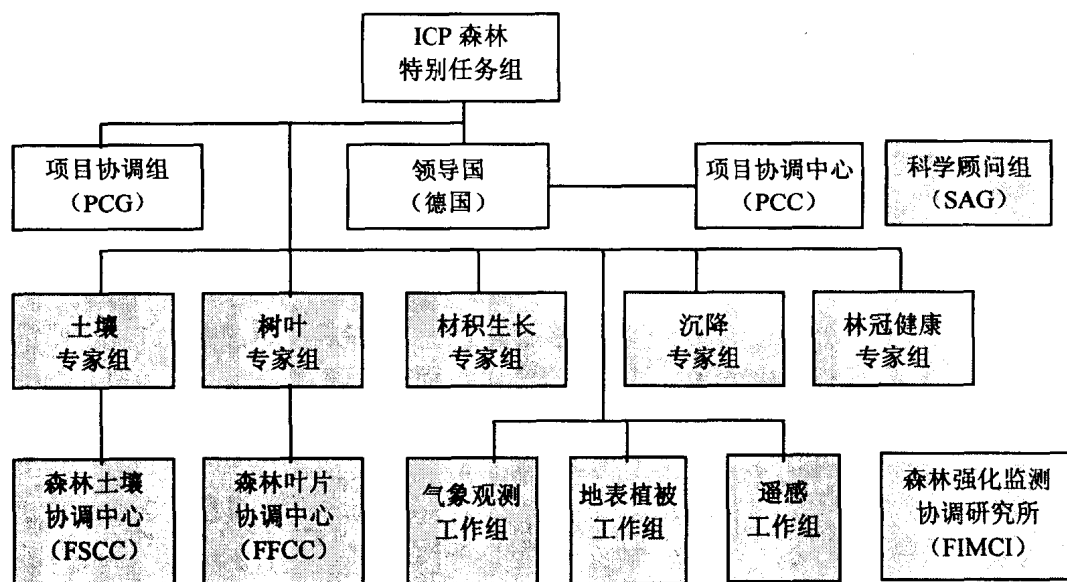


图 3.1-1 ICP Forests 的有关机构（有色方框内的机构是在全欧洲水平上在 ICP Forests 和欧盟的保护森林免受空气污染危害计划的框架内活动的机构。SAG 和 FIMCI 是由欧洲委员会建立的）

3.1.1 国家项目中心的任务

各个国家项目中心是由参与国提名和资助的，它们负责监测数据的收集、验证、评估

和保存,并根据统一的规则进行国家水平上的数据汇集。它们必须确保其国家数据是根据建议的方法进行收集的,并以本手册规定的格式提呈数据,组织野外监测技术人员的培训,确保本国参与 ICP Forests 的数据校正和其他检验,以及欧洲水平上的数据评估和解释。

3.1.2 领导国的任务

通常,领导国每年召集和主持一次特别任务组会议,会前,领导国要在 UN/ECE 秘书处、项目协调组 (PCC)、专家组和其他 ICP Forests 机构的协助下,预先准备好将由特别任务组作出决定的文稿。另外,领导国也召集和主持项目协调组会议。在影响工作组 (Working Group on Effects) 它代表 ICP Forests,与欧洲委员会保持密切的合作,并与 LRTAP 大会内外的其他监测项目进行接触。

3.1.3 项目协调中心的任务

位于德国汉堡 (Hamburg) 的项目协调中心被委以多项任务,包括项目管理、数据处理、评价和编写报告。其中,协调活动包括协助领导国进行项目管理、项目的进一步发展以及与专家讨论方法和评价策略,并协助组织各种活动以促进各个国家的项目中心、欧洲委员会和专家组间的密切合作。位于布拉格 (Prague) 的东欧分部 (SE) 负责欧洲中部和东部国家的事务。为保证 CLRTAP 的其他附属机构能够获得数据,项目协调中心 (PCC) 按照执行机构和欧盟指定的数据标准,保存 ICP Forests 的有关部分数据和欧盟计划,特别是水平 I 的林冠健康状况的数据,并准备每年的森林健康状况技术报告和欧洲委员会及 ICP Forests 的执行报告。

3.1.4 专家组和协调中心的任务

专家组负责推荐在一定领域所应用的监测方法,他们也召集会议来修订和进一步完善有关方法,而且是他们所参与的领域的监测协调中心和监测结果评价中心。其中,森林土壤协调中心 (FSCC) 负责评价土壤数据和编制欧洲森林土壤状况报告。森林叶片中心 (FFCC) 负责评价林冠调查数据并编制森林叶片状况报告。另设一个特别顾问组为森林土壤协调中心提供咨询,还设立一些特别专家组来完成临时任务。

3.1.5 项目协调组的任务

为了全面协调 ICP Forests 项目,使 ICP Forests 三个水平上的工作都顺利进行,成立了项目协调组 (PCG)。项目协调组由 ICP Forests 的主席、专家组成员、项目协调中心的领导和一名欧洲委员会的代表 (由森林加强监测协调研究所 (FIMCI) 和科学顾问组 (SAG) 的主席协助工作) 组成。但是,这个组能与国家项目中心的代表们一起举行扩大会议 (全体会议)。

3.2 监测活动

3.2.1 大尺度的森林状况监测 (水平 I)

3.2.1.1 样地的选取和建立

在水平 I 调查中,必须将跨国调查和国家调查区别开来,用于此种调查的样地是从对应的坐标网格中进行系统抽样而选定的。

跨国调查是在欧盟的紧密合作之下在 $16\text{ km} \times 16\text{ km}$ 的网格上进行的,其目的是获取欧洲水平上的森林状况变化的资料,而不是某个国家森林状况变化。这是通过大规模地监测冠层状况和一些立地参数来完成的。在几个国家里,这种跨国网格样地是本国更密集的样地网格的次级样地。

样地的经度和纬度是通过 $16\text{ km} \times 16\text{ km}$ 的网格点在地理坐标系上的投影而推算出