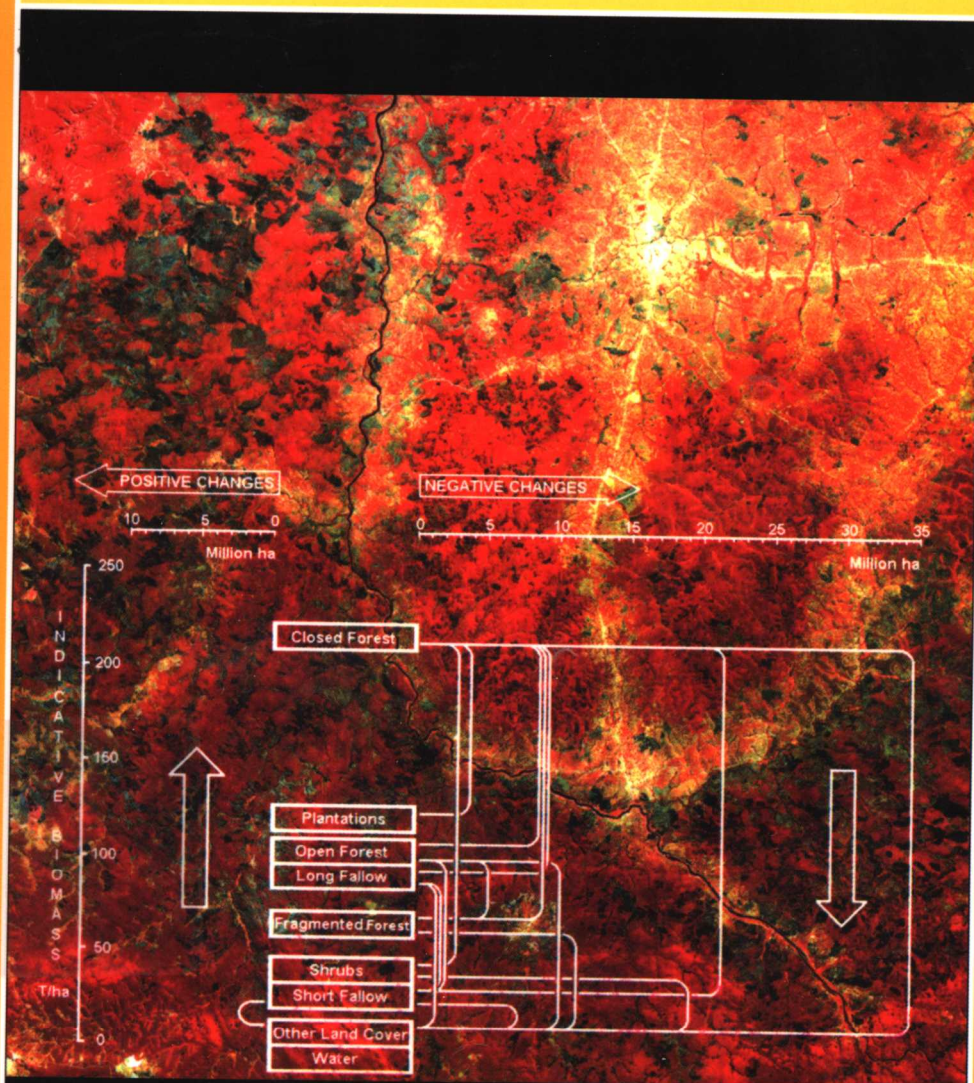


森林资源评估 1990

热带森林覆盖调查及其变化过程研究

粮农组织
林业文集

130



联合国
粮食及农业
组织



中国农业科学技术出版社

森林资源评估 1990

热带森林覆盖调查及其变化过程研究

森林资源评估 1990 项目协调
全球主要合作活动技术报告

译者:李秀峰 王川 吴锡华
校者:王 鹏

中国农业科学技术出版社

粮农组织
林业文集
130

联合国
粮食及农业
组织



图书在版编目(CIP)数据

林业资源评估:1990—热带森林覆盖调整及其变化过程
研究/联合国粮农组织编著;李秀峰等译.—北京:中国农业科
学技术出版社,2002.19

(林业文集系列)

ISBN 7-80167-478-2

I.林… II.①联…②李… III.森林抽样调查—评估
IV.S757.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 080434 号

责任编辑	刘晓松
责任校对	张京红
出版发行	中国农业科学技术出版社 邮编:100081 电话:(010)68919711 传真:62189014
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	北京海洋印刷厂
开 本	787mm×1092mm 1/16 印张:10.875
印 数	1~3000 册 字数:228 千字
版 次	2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月 第 1 次印刷
定 价	(全套 8 种)120.00 元

内 容 提 要

对整个热带高分辨率卫星数据的抽样调查是森林评估 1990 采用的两项措施之一。本报告给出了这项措施的做法和结果。有两个结果非常显著。第一,目前可以按地区或按气候带详细描述土地覆盖的方向。所谓的转换矩阵显示了 1980 到 1990 年之间的类到类的变化,从而有助于理解植被退化和毁林的过程。第二,过去依据各国报告公布的森林覆盖状态和 1990 评估得到的变化估算,得到了证实;它们均在遥感/抽样估算的可信度范围之内。调查设计可以提供任一区域单位可靠时间序列的森林覆盖状态和变化估算。

本书中采用的名称及给出的材料并不意味着联合国粮农组织对于任何国家、领地、城市或地区,或其当局的法律地位及对边界划分表示任何意见。

CPP/00/36

版权保留。未经版权所有者事先同意,不得以电子、机械、照相或其他任何方式或任何工具,全部或部分翻印、存贮在检索系统中,或者传输。申请这种许可应写信给联合国粮农组织信息司司长(意大利罗马 Viale delle Terme di Caracalla, 00100),并说明希望翻印的目的和份数。

中国农业科学院科技文献信息中心
根据其同联合国粮农组织协议印刷

序

在将近 50 年中(1946—1990),FAO 一直在定期评估世界森林覆盖的状况。这些评估提供了一些关于世界林业的最全面最有用的信息。科学家、专业人员和决策者非常需要这些信息。

为了增加可信度及更好地反映信息需求,1990 年森林资源评估采用了两阶段法。在评估的第一阶段,利用现有的国家森林调查存量表和地图,结合校正模型,把结果标准化为一个共同参考日期。有关第一阶段的方法和结果的信息见林业文集 122(森林资源评估 1990:热带国家)。1990 年评估的第二阶段仅在热带进行,利用遥感对样本进行了统计调查。

第二阶段的进行基于卫星图片的对比。即对取自两个日期的图片,在同一时间用同一种分析方法,采用统一的分类体系进行对比。通过使用这种方法,根据地区和气候带的变化可以探测到土地覆盖的类间变化,并描绘出变化矩阵。类间变化的信息使我们更新或极大地加深了对植被退化和毁林过程的理解。还生成了标准误差的统计学估算,用于将现有调查存量表信息中抽取的结果(第一阶段)与遥感(第二阶段)数据对比。本报告描述了第二阶段所用方法及有关发现。

对于这项工作的成就,最重要的一点就是,通过抽样调查数据(第二阶段)构成的置信度区间范围之内估算,它们给出了 1990 年森林覆盖状况和 1980—1990 年变化率。次之,首次强调了全球森林资源评估的一致性和可信度。遥感调查的结果不能取代林业文集第 122 号发表的森林覆盖状态和变化数据,但是通过大量新增的有关森林变化过程的信息,对其进行了进一步的证实和补充。

大卫·哈查里克
(David A. Harcharik)
林业部主任助理

感 谢

热带森林资源调查获得了芬兰、荷兰、瑞典和美国(通过美国林业服务机构)政府的支持,通过多边信托基金,也获得了欧盟的支持。还通过德国、荷兰、瑞典和美国政府的专业协会计划得到了个人赞助。有 40 多个热带国家代表参加的森林监测方法研讨会得到了联合国开发计划署的发展中国家技术合作单位(曼谷,1993)、美国林业服务机构(内罗毕,1991;墨西哥城,1993)、欧盟和 FAO 技术合作计划(雅温得,1994)的支持。

实物捐献主要来自合作的研究机构,包括美国林业服务机构、瑞典农业科学大学、德国 Freiburg 大学和意大利佛罗伦萨海外农业研究所。美国环保局提供了整个热带地区的历史卫星图片,泰国国家研究协会提供了东南亚轮垦研究的卫星数据。

K. Singh 博士领导的课题组领导了位于罗马 FAO 的森林资源评估 1990 项目,他遵循连续林调查技术规划了抽样调查设计及其实施确实需要的资源和协作。

R. Drigo 先生对调查的遥感部分作出了主要贡献,包括开发和推广图片相互判读技术。所有取样单位的判读结果检查、变化过程的研究和起草本报告。

R. Czaplewski 博士和 B. Ranneby 教授对统计调查的设计和分析模型作出了主要贡献, D. R. Pelz 教授领导了 IUFRO 设计检查。

M. Lorenzini 先生与 A. Marzoli 先生合作开发了本项目的地理信息系统, G. Mu' Ammar 先生通过对地理和数据库信息的综合分析,对抽样范围的定义和分层作出了贡献。

A. Hildeman 先生和 H. Simons 先生通过组织地区性研讨会和培训班,对监测方法的推广作出了显著贡献。

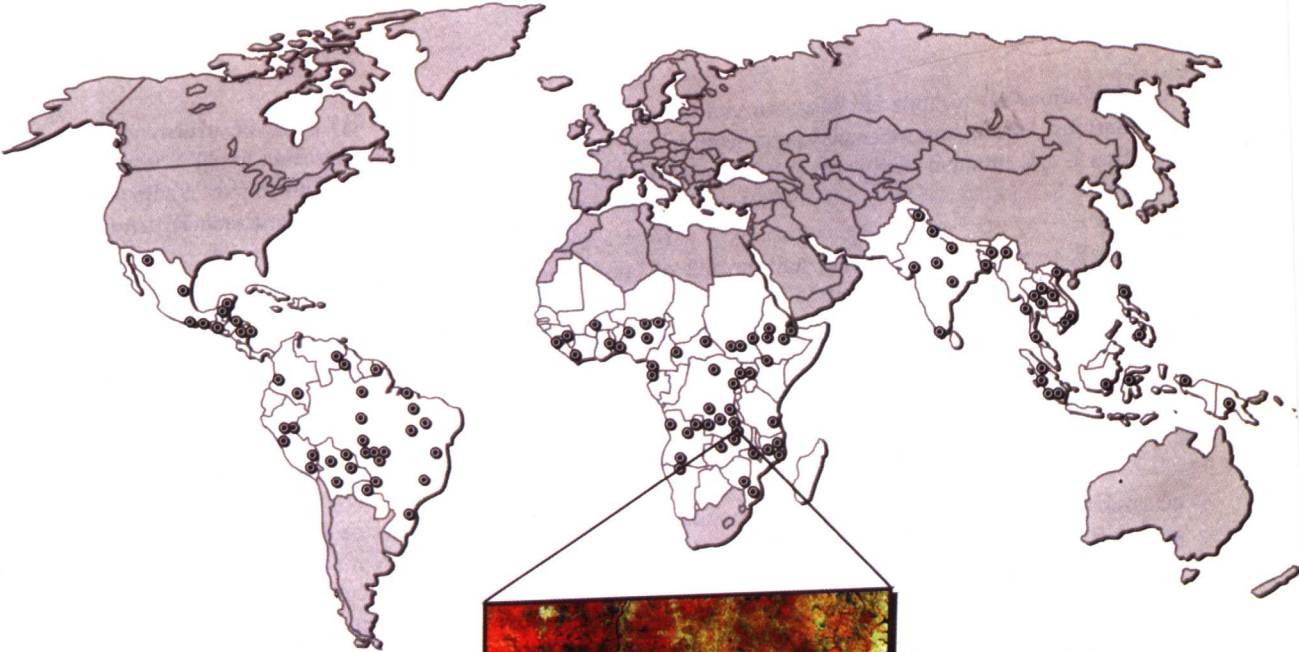
R. Baltaxe 先生对监测技术的开发作出了贡献并对本报告提出了宝贵意见。

E. Milani 女士以项目的地理信息系统为基础,为本报告中出现的各种地图的制作作出了贡献。

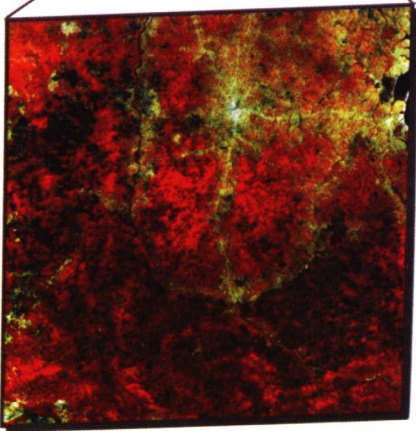
C. Hardy 女士和 J. Recher 女士对本报告的审阅和文字编辑作出了贡献。

此外,本项调查得益于机构和个人推广网、遥感中心、地区研讨会参加人员的合作,他们通过提供源信息咨询和专家帮助,为遥感图片的判读都做出了贡献。森林资源评估 1990 项目非常感谢所有贡献者,使这个挑战性设想成为可能并成功实施。

泛热带连续森林资源调查设计

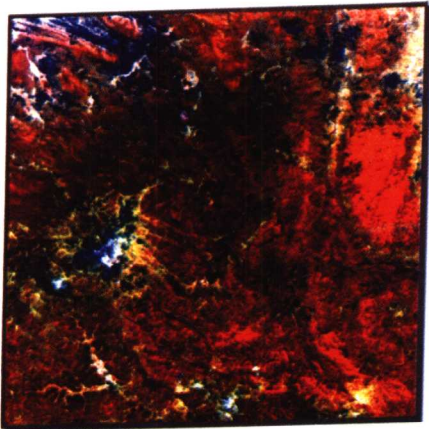


例：
样本号：1510
扎伊尔 / 赞比亚
边境线

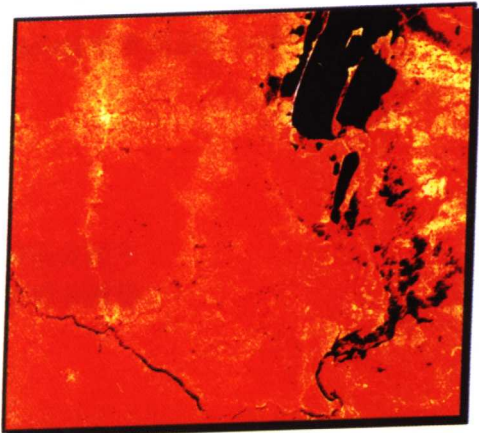


近期图片
日期：04/07/89
path/row 172/68

历史图片



日期：13/06/81 P/R 185/68



日期：20/07/79 P/R 184/68

缩 写

ASCII	美国标准信息交换码
AVHRR	先进高分辨率射线探测仪(NOAA 卫星仪器)
COFO	林业委员会
EC	欧洲共同体
EDC	美国地理调查地球资源观测卫星数据中心
EOSAT	地球资源观测卫星公司
FAO	联合国粮食与农业组织
FORIS(1990)	森林资源信息系统(1990 年为基准)
FRA 1990	森林资源评估 1990 项目
FSI	印度森林调查机构
GAC	全球区域覆盖(4 km 分辨率 AVHRR 数据)
GIS	地理信息系统
HRSD	高分辨率卫星数据
IAO	意大利佛罗伦萨海外农业研究所
IBAMA	巴西基础研究和自然资源保护研究所
IBM	国际商用机器公司
INPE	巴西国家空间调查研究所
IUCN	国际自然保护协会
LAC	局域覆盖(1 km 分辨率 AVHRR 数据)
MSS	多相光谱扫描仪(陆地卫星传感器)
NASA	美国航空航天管理局
NOAA	国家海洋和大气管理机构
RS	遥感(还用来代表 FRA 1990 项目遥感部分)
SPIAF	扎伊尔森林管理永久调查服务机构
SU	取样单位
SUAS	瑞典农业科学大学
TCDC	发展中国家技术合作
TM	主题测绘仪(陆地卫星传感器)
TREES	热带生态系统环境卫生观测;与欧共体委员会合作项目
UN	联合国
UNCED	联合国环境与发展会议(1992 年 6 月,巴西里约热内卢)
UNEP GRID	联合国环境计划署—全球资源信息数据库
USFS	美国森林服务机构
WRS(1or2)	陆地卫星计划世界参考系统(1 或 2)

项目实施摘要

目标：

本书报告了热带森林调查,其设计和实施的目标是在热带森林覆盖不断变化过程中提供详尽、可信的信息以满足研究人员、政策制定者和广大群众的需求。本书强调了下列几类问题：

- 热带森林资源是如何变化的？
- 热带森林资源退化了多少？有多少变成了破碎林地？
- 砍伐地发生了什么？
- 森林的状况如何？与生态、社会经济条件相关的变化如何？
- 毁林的原因是什么？

在变化过程中提供可靠信息的惟一令人满意的方法是建立一个森林资源监测系统,使用一个全球兼容和统一的方法。该项研究提供了可信的和定点的变化信息。考虑到成本、结果的精确性和及时性,根据遥感设计了取样方法,用于整个热带地区。

本项调查的具体目标是：

1. 达到全球和地区水平最高连续性和最高精度的森林覆盖状况和变化状况评估；
2. 开发并推广一种简单而健全的用来产生全球和地区水平森林覆盖状态和评价其变化的监测技术,该技术同样适用于国家水平。
3. 为评估土地覆盖和森林覆盖范畴同一地点两次判读的类型间变化,为产生地区和全球水平变化矩阵提供空间数据和统计数据。

尽管在本项研究中该调查方法仅应用于热带地区,但它有普遍性,可方便地应用于全世界,对所有种类森林提供连续不断的变化及其过程的可信信息。

方法：

调查包括所有热带地区。使用陆地卫星的世界参考系统 2(WRS2)构建样本框架。陆地卫星影像覆盖了用作取样单位的大约 340 万公顷土地。

考虑到成本收益,根据现有的植被图对取样单位进行评估,选定的取样单位来自所有陆地卫星影像,最小占地面积 100 万公顷,森林覆盖在 10% 或 10% 以上。这一点限制了调查面积,使其大约占全部热带土地面积的 62%,但是包含大约全部热带森林的 87%。调查设计的主要特点如下：

- 包括从湿润热带雨林到干旱灌木和稀树草原地区的全部热带地区的木本植物群落。
- 对平均森林覆盖面积、森林覆盖面积的变化和相关误差进行了估算。

- 在现存 FORIS/GIS 信息基础上使用两级分层方法是有效益的。
- 为了达到对跨时间平均变化的一致估算,以连续森林调查概念为基础。

第一轮调查基于 10% 的样本,包含 117 个随机取样单位。选择的取样单位的分布为:非洲 47 个,亚洲 30 个,拉丁美洲 40 个。样本大小选择是为了使,用来评估全球水平森林覆盖的标准误差小于 $\pm 5\%$ 。对每一个取样地点,挑选出大约 10 年间隔,质量最好的和季节最佳的卫星影像来观察。接近 1990 年的图片提供了现存的状态评估;而 1980 年和 1990 年图片之间的共同的区域提供了跨时间变化的评估。

该方法的与众不同的特点是事实上它不仅提供了森林覆盖变化数据,还提供了每一个样本点的图形和变化矩阵。这使得通过在样本、区域和全球水平上判读两个日期样本,评估土地覆盖类间和森林类间变化成为可能:这些信息对于弄明白发生的复杂变化过程是很有必要的,如毁林、林地破碎、退化和绿化造林。

来自观察遥感点的显著特征如下:

- (1) 泛热带不同森林类别的标准分类(密闭林、疏林、轮垦、破碎林地)。
- (2) 相互判读程序:该项判读研究保证了在过去的和现在的影像分类之间主题和空间连贯性的最高水平。该程序是方法的最重要组成部分,因为它减少了与评估变化有关的误差,并使变化矩阵的产生成为可能。
- (3) 图片档案:所有使用的图片数据作为连续时间序列的一部分用来代表长期(永久)参考资料;将来将用这些图片评估变化的速率(3 次或多个时间序列)。
- (4) 复杂程度低:尽管像初级基础,但为该项研究开发的方法和程序是简单实用的,要求很低的技术投入;设计的方法已经在中等发展中国家条件下使用。
- (5) 灵活性:尽管这里所用的监测方法属于全球调查范围,但它同样适用于国家和亚国家水平,不必做具体调整。

判读由选择的区域和国家林业和/或遥感机构完成,它们比较熟悉各取样地点的情况并参加了以前的森林资源评估活动。为了达到提高国家森林监测能力和提高图片判读质量这两个目的,本项目对国家机构组织了三次区域性的研讨会和 8 次培训班,27 个国家和 81 位参加者受益。

集中讨论和评价了由地方机构完成的判读结果和质量。就如书中章节提到的那样,建立了数据库并对其进行了分析。由于具备多个层面的地理参考信息,项目的地理信息系统(GIS)在调查设计阶段和结果分析两个阶段已经成为一个不可缺少的要素。

由于在热带森林资源变化过程中的可利用信息相当贫乏,可以认为本项目的这一内容为一重要成就。

主要结果总结^①

为了明确不同定义对毁林率评估的重要影响,利用有关的标准误差,完成了泛热带和区域

^① 本报告中的所有评估均针对样本框架中的样本来进行的,涵盖了热带地区全部地理面积的 62%。因此,这些评估结果不能直接与针对全部地表面积进行评估的结果来进行比较

水平的三种不同森林定义下森林覆盖和毁林率估算。

依据采用的森林定义,使相关标准误差平均在 3.5%和 4.5%之间,评估出 1990 年平均泛热带森林覆盖为陆地面积的 40.6%和 54.5%之间。泛热带森林覆盖变化评估,尤其是年平均毁林率在 1980 年森林覆盖的 0.6%和 0.7%之间,平均标准误差在 12%到 14%之间。这些结果在统计精度方面实现了项目设计阶段预期的目标。在变化评估中较高的误差可通过变化的“事件”特点来解释,而高变量的经常出现是因为不同国家因素。

调查中最有趣的结果由其转换矩阵代表,每一个取样单位对应一个矩阵,该矩阵详细描述了土地覆盖类间的变化(见图表)。

与取样单位相关的矩阵在按照标准统计步骤在各种水平聚类。已经产生了三个区域三种生态分区下的平均转换矩阵,并完成了其序列变化分析(湿润和非常湿润、潮湿、干燥)。

泛热带水平

密闭林是在 1980—1990 年间泛热带水平经历最大数量变化的土地覆盖类,包括观察到的所有变化的 51.6%,这种在密闭林发生的变化可分为以下几类:

- 20.5%变为永久性的农田、牧场、水库等,树木覆盖和木本生物量完全损失;
- 13.5%变为灌木和短期休耕农田,这代表了滥砍滥伐,但保存了一些木本生物量;
- 5.1%变为破碎林地,代表部分毁林,原有森林覆盖损失大约三分之二;
- 10.2%变为疏林或长期休耕轮垦地,代表退化形式,意味着生物量的持续损失(大约一半);
- 2.2%变为农业或林业种植园。

土地覆盖级别	
密闭林	
疏林	
长期休耕地	(受轮垦影响的林地)
不连续林	(林/非林嵌合体)
灌木	
短期休耕地	(处于短期休耕期的农业生产面积)
其他类型的土地覆盖	
水系	
种植园	(农业和林业种植园)

其他的变化发生在疏林(占总变化的 12.1%)、灌木(占总变化的 11.5%)和不连续林地(占总变化的 8.8%),其余的(占总变化的 16%)分布在剩余的五个类别中。在所有变化中,超过 90%是负向的,表示生物量的损失,只有 10%或更少是正向的,表示生物量的增加。

观察了不同环境条件下的各种各样的变化,显然不能用简单的二分法即森林—砍伐森林来描述;为了弄清楚这些复杂土地覆盖动态变化,开发出有效的保护方法或测定方法,研究详细的分类方法和新的分析手段是有必要的,如变化矩阵和木本生物量流动图。

区域水平

对发生变化的详细分析表明三个热带地区不仅相对变化率的数量不同,而且在变化过程中存在较强的区域特点,和与众不同的因果关系。

- 非洲森林的总变化率为 6.6%,所有阶段表现出的负变化几乎相等(毁林到其他类型的土地覆盖到其他木本林地、破碎林地和退化林地);出现这种变化主要是受农村人口压力影响,特点为从密闭林向短期休耕地转化(生存耕作)并且发展到中度耗尽阶段。
- 拉丁美洲的森林总变化率较低,为 5.9%,几乎全是由于毁林到其他类型土地覆盖(因此达到比非洲还高的毁林率)造成的;出现这种类型变化是中央计划管理的结果,如政府移民方案、大规模场建设和水电计划,主导密闭林向其他类型土地覆盖转化。
- 亚洲森林的总变化率较高,为 11.3%,主要的种类变化包括,滥砍滥伐向其他类型土地覆盖、其他木本林地、退化和转化为种植园(农业和林业)变化。这种变化是两种力量驱动的结果:农村人口压力和中央计划管理;前者包括毁林种植活动的加剧和扩大,导致密闭林向长期休耕地和短期休耕地的转化,后者由政府移民方案和大规模植树造林项目致使密闭林向其他类型土地覆盖和向人工林方向转化。

生态水平

生态区域的分析揭示了以下两个重要元素:(1)森林面积变化的强度和分布和(2)它们的环境影响。通过生态区域土地覆盖变化的分析,清楚地表明在所有地理区域,潮湿地区的森林发生的变化较湿润和干旱地区的强度高,如毁林、变为破碎林地、退化等等。在 1980—1990 年间变化的泛热带森林面积的百分率,对潮湿地区估算为 10.1,湿润地区 4.8,干旱地区 4.6。由于三个区域中从森林生物量的密度到变化过程的严重不同,对这些变化过程中生物量的分析表明,在潮湿地区生物量的损失较湿润地区的仅略少,大约比干旱地区的多 10 倍。

从以上总结的结果可以发现,在地理区域内更多相似的社会-经济和文化因素决定森林变化过程的性质,生态特点决定变化强度。

比较分析表明,当数据集和研究地区以及森林定义一致的时候,FAO 的森林资源信息系统(FORIS)^①对热带和区域水平森林覆盖的估算与现在遥感(RS)调查得出的估算之置信界限在 95%之内。

此外,FORIS 和 RS 对层水平森林覆盖率和毁林率的估算具有较高的准确性,这对于实现两个数据库的有效整合是重要的和必需的,目的在于提高未来国家水平标准报告年估算的可信度和优化未来轮次遥感抽样调查。有必要明确的是遥感的结果并不能代替 FORIS 的森林统计,只是通过提供变化过程中的信息和对因果机制的揭示使其更加完善。

① FRA 1990 项目第一阶段的结果。FAO 林业文集 112“热带国家”。[FAO,1993]和 124“全球综合”。[FAO,1995]

目 录

序	
感谢	
附录	
表、图和地图	
缩写	
项目实施摘要	

第一章 绪论	(1)
1.1 背景	(1)
1.2 热带森林资源评估的当前成就	(1)
1.3 评估的目标	(2)
1.4 调查设计的发展	(3)
第二章 方法	(6)
2.1 统计设计	(6)
2.1.1 抽样设计	(6)
2.1.2 分析模型	(13)
2.2 分类	(15)
2.2.1 森林和森林面积变化定义	(18)
2.3 相互判读方法	(22)
2.4 取样单位水平上判读结果汇编	(26)
2.5 变化矩阵分析	(27)
2.6 泛热带变化矩阵数据库	(29)
2.7 空间输出	(30)
2.8 生物量变化分析	(35)
第三章 调查实施	(37)
3.1 卫星图片的选择和获取	(37)
3.2 方法的培训和推广	(38)
3.2.1 地区性研讨会和培训班	(38)
3.3 取样单位的判读和分析	(41)
3.4 野外验证	(42)

3.5	判读和汇编结果的确认	(43)
第四章	结果和发现	(44)
4.1	单个取样单位水平上的结果与分析	(44)
4.2	1980~1990 年全球、地区和生态水平的变化过程	(50)
4.2.1	全球水平结果(泛热带地区的回顾)	(50)
4.2.2	地区水平结果	(55)
4.2.3	生态水平结果	(58)
4.3	由森林定义所决定的统计结果(森林覆盖和毁林率的平均估计和相关误差)	(65)
4.4	误差评价	(67)
4.4.1	统计误差	(67)
4.4.2	变化评估误差	(68)
4.4.3	分类误差	(69)
第五章	遥感调查和森林资源监测的其他调查活动的关系	(73)
5.1	遥感调查和 FORIS(FAO 森林资源信息系统)数据库的关系	(74)
5.2	与其他全球森林资源监测活动的关系	(78)
第六章	未来	(81)
6.1	下一步抽样循环	(81)
6.2	将来调查方法的建议	(81)
第七章	结论	(82)
7.1	调查设计评价	(82)
7.2	结论和建议	(82)
	词汇表	(85)

附 录

参考章节	题目	
附录 1	森林资源评估 1990 项目,完成的或与之相关的论文、技术报告和其他文件的摘要	(89)
附录 2	项目组	(93)
附录 3	项目网	(95)
附录 4	2.1.1 按地层和亚地区的土地面积分类	(97)
附录 5	2.2 土地覆盖分类	(98)
附录 6	2.3 判读程序评价	(103)
附录 7	2.5 转换矩阵的分析和标准化	(104)
附录 8	2.8 类间关系中的指示性生物量梯度	(107)
附录 9	3.1 取样单位和卫星图片名单	(109)
附录 10	3.2.1 地区性研讨会结论和建议的总结	(117)
附录 11	4.1 单位取样水平的结果与分析实例:印度东北部取样单位 4409	(124)
附录 12	4.2.1 泛热带转换矩阵分析	(129)
附录 13	4.2.2 非洲地区	(132)
附录 14	4.2.2 拉丁美洲地区	(134)
附录 15	4.2.2 亚洲地区	(136)
附录 16	4.2.3 生态带主要参数特点一览表	(138)
附录 17	4.2.3 潮湿和非常湿润地带	(139)
附录 18	4.2.3 伴有短期和长期干旱季节的湿润地带	(141)
附录 19	4.2.3 半干旱到非常干旱地带	(143)
附录 20	4.2.3 生态地区水平森林覆盖变化一览表	(145)

表 格

表格序号 ^①	题目	
表(1.4)	1	1990 年底热带森林存量调查状况 (3)
表(2.1.1)	1	陆地卫星分层和亚地区帧图分布 (7)
表(2.1.1)	2	由地区和期望抽样误差决定的取样单位分配 (9)
表(2.1.1)	3	亚地区和层次间取样单位分配 (9)
表(2.2)	1	分类方案 (16)
表(2.2.1)	1	土地覆盖种类别到土地覆盖总类的聚类 (19)
表(2.2.1)	2	变化矩阵分析的关键点与森林 F3 定义相关的变化总类 (19)
表(2.2.1)	3	总净毁林率和森林退化率的定义 (21)
表(2.3)	1	以一致性作为参考比较过去的和现在的数据的各种监测方法 (22)
表(2.7)	1	光栅变化地图图例中所用变化大类 (32)
表(2.8)	1	土地覆盖类别和生态带的指示性生物量密度值 (36)
表(3.3)	1	对泛热带调查中 117 个取样单位进行分析的主要贡献者名单 (41)
表(3.4)	1	支持卫星图片判读的野外知识水平取样单位数量的评价和生态地区的百分数 (42)
表(4.1)	1	印度东北部取样单位 4409 变化矩阵 (45)
表(4.1)	2	取样单位 4409 变化评估结果总结 (45)
表(4.1)	3	取样单位 4409 的变化分析 (46)
表(4.2.1)	1	1980—1990 年期间泛热带地区转换矩阵 (50)
表(4.2.1)	2	1980—1990 年期间森林覆盖变化总结 (52)
表(4.2.1)	3	泛热带转换概率矩阵 (53)
表(4.2.1)	4	变化分析 (53)
表(4.2.3)	1	生态分层(人口参数) (58)
表(4.3)	1	地区和全球水平的森林覆盖、毁林率和标准误差估算 (65)
表(4.4.1)	1	点格测量导致的面积估算误差 (68)
表(4.4.3)	1	可信度排列 (70)
表(5)	1	四个大规模热带森林调查的主要特征 (73)

^① 表和图的序号给出了本书参考的章节,括号中为该章节的序号

图和地图

图序号 ^①	题目	
图(2.1.1) 1	评估的亚地区	(6)
图(2.1.1) 2	特定亚地区的样本设计流程图	(8)
图(2.1.1) 3a	非洲地区—取样框架和选定的取样单位	(10)
图(2.1.1) 3b	拉丁美洲地区—取样框架和选定的取样单位	(11)
图(2.1.1) 3c	亚洲地区—取样框架和选定的取样单位	(12)
图(2.3) 1	相互判读程序	(24)
图(2.4) 1	汇编系统流程图	(28)
图(2.5) 1	117 个取样单位的现在的和过去的图片的时相分布	(29)
图(2.7) 1	光栅和矢量地图实例:1988 年在巴西南部圣卡塔琳娜的取样单位 3517	(35)
图(4.1) 1	取样单位 4409 的木本生物量流量图	(48)
图(4.1) 2	取样单位 4409 的光栅地图	(49)
图(4.2.1) 1	泛热带 1980—1990 年不同土地覆盖类别的净变化总结	(51)
图(4.2.1) 2	泛热带木本生物量流量图	(54)
图(4.2.2) 1	不同地理区域森林覆盖主要类别变化	(55)
图(4.2.2) 2	地区生物量流量图	(57)
图(4.2.3) 1a	非洲地区—生态带地图	(60)
图(4.2.3) 1b	拉丁美洲地区—生态带地图	(61)
图(4.2.3) 1c	亚洲地区—生态带地图	(62)
图(4.2.3) 2	在地区和泛热带水平下的生态带森林变化的主要种类	(63)
图(4.2.3) 3	不同生态带的木本生物量的流量图(泛热带概观)	(64)
图(4.3) 1	按不同森林定义泛热带森林覆盖和相对毁林率	(66)
图(4.4.3) 1	泛热带类别转换置信度估算	(72)
图(5.1) 1a, b	整个泛热带取样框架内遥感和 FORIS 估算的森林覆盖面积、毁林面积比较	(76)
图(5.1) 2	FORIS 和遥感估算 1980 年和 1990 年森林面积比较	(77)
图(5.1) 3	FORIS 和遥感估算 1990 年不同地理区域森林面积比较	(78)

① 表和图的序号给出了本书参考的章节,括号中为该章节的序号。地图用黑体表示