



森林采伐业务领域的环境、健康与安全指南

前言

《环境、健康与安全指南》（简称《EHS指南》）是技术参考文件，其中包括优质国际工业实践（GIIP）所采用的一般及具体行业的范例。¹。如果世界银行集团的一个或多个成员参与项目，则应根据这些成员各自政策和标准的要求执行本《EHS指南》。本《EHS指南》是针对具体行业，应与《通用EHS指南》共同使用，后者提供的指南针对所有行业都可能存在的EHS问题。如果遇到复杂的项目，可能需要使用针对多个行业的指南。在以下网站可以找到针对各行业的指南：<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

《EHS指南》所规定的指标和措施是通常认为在新设施中采用成本合理的现有技术就能实现的指标和措施。在对现有设施应用《EHS指南》时，可能需要制定具体针对该场所的指标，并需规定适当的达标时间表。

在应用《EHS指南》时，应根据每个项目确定的危险和风险灵活处理，其依据应当是环境评估的结果，并应考虑到该场所的具体变量（例如东道国具体情况、环境的吸收能力）以及项目的其他因素。具体技术建议是否适用应根据有资格和经验的人员提出的专业意见来决定。

如果东道国的规则不同于《EHS指南》所规定的指标和措施，我们要求项目要达到两者中要求较高的指标和措施。如果根据项目的具体情况认为适于采用与本《EHS指南》所含规定相比要求较低的指标和措施，则在针对该场所进行的环境评估中需要对提出的替代方案作出详尽的论证。该论证应表明修改后的指标能够保护人类健康和环境。

适用性

《森林采伐业务领域的EHS指南》所包含的信息涉及温带、寒带、热带地区的人造林和天然林的管理。木材加工行业的指南包含于《锯木厂和木材产品制造领域的EHS指南》以及《板材和微粒产品领域的EHS指南》。附录A包括各种行业活动的描述。

本文件包含下列章节：

- 1 具体行业的影响与管理
- 2 指标与监测

¹ 定义是：熟练而有经验的专业人员在全球相似情况下进行同类活动时，按常理可预期其采用的专业技能、努力程度、谨慎程度、预见性。熟练而有经验的专业人员在评估项目可采用的污染防控技术时可能遇到的情况包括（但不限于）：不同程度的环境退化、不同程度的环境吸收能力、不同程度的财务和技术可行性。



3 参考文献和其他资料来源

附录 A 行业活动的通用描述

1 具体行业的影响与管理

本章概述林业管理行业在操作阶段发生的 EHS 问题，并提出如何对其进行管理的建议。关于如何管理大多数大型工业活动建造阶段和报废阶段各种常见 EHS 问题的建议包含于《通用 EHS 指南》。

1.1 环境

以下有关森林管理做法对环境影响的指南分为两部分，一部分是关于人造林管理的建议，另一部分是关于受管理天然林管理的建议。¹

由于市场要求森林产品来源于受到可持续性管理的天然林和人造林业务，因此建立了具体的森林认证制度，以便确认某个森林业务是否遵守了国际公认的森林管理标准。² 这些制度通常包含依据国际公认原则和可持续性森林管理准则制定的正式标准，其中通常包括以下项目：

- 遵守有关法律
- 尊重本土居民惯有的土地保有期和使用权
- 尊重工人的权利，遵守职业健康与安全规则
- 采取措施做好社区和利益相关者的工作
- 维护生物多样性，保护关键性的栖息地
- 维持森林对环境带来的多种好处
- 防止或减少对环境和社会的不利影响
- 进行有效的森林管理规划
- 积极监督和评估有关的森林管理事项

监管机构或金融机构可能鼓励或要求森林部门的企业获得上述认证，并以此作为允许其经营业务的先决条件，而且此类认证还日益被视作进入国际市场或国家市场的必要条件。³

森林采伐业务领域的环境事项主要包括以下各项：

- 栖息地改变和生物多样性丧失
- 水的质量
- 土壤的生产力

¹ 在本文件中，天然森林是指具有天然森林生态系统特征（例如复杂性、结构、多样性）的森林。人造森林是指不具有大多数天然森林生态系统特征的森林。

² 应用最广泛的可持续性森林管理制度包括森林管理委员会（<http://www.fsc.org/en/>）建立和执行的国际制度以及森林认证认可体系（PEFC – <http://www.pefc.org/internet/html/>），后者确定国家级森林管理标准是否符合国际原则和标准。其他有关信息还包含于《世界银行森林认证评估指南》（<http://www.worldbank.org/>）

³ 经营者应确保其管理控制的所有天然森林和人造森林都获第三方认证为符合根据国际公认可持续性森林管理原则和标准制定的准则。如果预先的评估确定该业务不符合此类第三方森林认证制度的要求，经营者应制定并遵守有时间限制的分阶段行动计划，以便获得此类认证。



- 有害物质的管理
- 视觉影响

栖息地改变和生物多样性丧失

开设人造林以及随后的伐木活动涉及以本地生或非本地生物种取代现有的植被（参见下文“侵入性物种”部分），可能造成生物多样性丧失，并随之导致野生动物和植物种类的丧失。

受管理天然林中生物多样性的丧失可能由几个因素造成。某些植物和动物种类可能无法承受森林管理和开发活动造成的扰乱，因此会在受扰乱后离开该地区。另一些物种可能无法生存于受森林采伐方式改变的栖息地：例如，需要树木遮盖的物种可能无法穿越道路空地，因而无法获得生存所必需的某种资源。

在控制和预防生物多样性丧失方面，对人造林和受管理天然林有一些相同的行动建议，其中包括¹：

- 在伐木区域留下（保存）一些树木或树木群体，以便达到再生目的，同时为野生动物（包括猛禽类）提供洞穴、筑巢处、食物来源、遮挡、移动走廊。适当保护林下物种以及场地上的枯立木、采伐迹地、木屑也应看作有助于改善野生动物栖息地；
- 保存和维护永久性季节栖息地，确保能让动物用于迁徙、产卵、育仔（参见下文“水的质量”部分）；
- 对河岸区²进行管理，以维护水的质量和野生动物栖息地。河岸区应连接于穿越流域边界的天然植被走廊，以便动物和植物移动；
- 道路上空应有树木遮掩，以保持栖息地的连续性；
- 采伐活动的时间安排应避开极危或濒危野生动物的产仔和筑巢季节；
- 应对森林管理区的天然植被加以管理，以确保有各种演替阶段；
- 道路边坡应保留天然植被；
- 不得用杀虫剂处理天然植被。

此外，以下建议具体针对受管理天然林：

- 应当建立、管理和监督生物多样性保留地，以便保护关键性天然栖息地；同时应当建立、管理和监督具有较高保护价值的森林，作为现有生态系统天然状态的标本；
- 应当进行长期采伐规划，确保将林业活动限制在尽量小的区域内，并避免使林业活动在长时期内集中于一个区域；
- 为了避免采伐期间损害森林生态系统，建议采纳以下概念和做法：
- 制订长期的森林管理计划³；
- 在选择伐木系统（即采伐工艺和设备）时，应考虑到具体的地形特征、道路位置与设计、水土流失风险、土壤生产力所受影响，并考虑到其他既定的森林管理目标

¹ 《威斯康星州森林管理指南》（2003）。

² 陆地生态系统与水上生态系统之间的过渡区，邻近于常年性的和间歇性的溪流、湖泊、河流入海处沿岸地区。河岸区的特征是：生物物理环境、生态过程、生物区都具有斜坡，表面及地下水文结构通过斜坡将水域和附近的高地联系起来。

³ 《森林管理委员会森林管理原则与标准》的标准 7 “管理计划”列出了森林管理计划应包含的各种事项，请参见 http://www.fscus.org/images/documents/FSC_Principles_Criteria.pdf。



- 进行采伐前资源盘点，记录林分中超过一定胸高直径（简称胸径，单位厘米）的所有树木（取决于林分的性质）；
- 确定和记录选择采伐的所有树木，描述定向伐倒方法（通常只在热带森林进行）；
- 根据将分批轮伐的树木分布状况规划进入道、集材道、集材场。在规划进入道、集材道、集材场时应避免对土壤和水资源的影响（参见下文有关“水资源与进入道、集材道、集材场”的部分）。采伐前应确定区内的集材道，伐木时应尽量利用预先规划的集材道；
- 如果有藤蔓连接树冠，应在采伐前斩除藤蔓（通常只在热带森林进行）；
- 由训练有素的员工进行定向伐倒可减少森林树冠的损害，并可缩短与集材道的距离。砍伐后树桩应接近地面，树干横切时要合理，以尽量提高可用率；
- 限制被采伐树木之间的距离，避免造成大面积树冠空缺；
- 采用对环境影响较小的圆木拖曳和收集方法，例如钢索拖曳和圆木提举。确保地面集材设备尽量保持在集材道上。集材时限制可碰撞的树木，减少对遗留树木树干的伤害。¹
- 进入道的建设和维修应尽量减少对森林功能的影响（参见下文“道路、集材道、集材场”部分）；
- 如果地面坡度超过 30%，就应避免采伐。如果在超过 30%的坡面上运输圆木，就应使用完全或部分提取的钢索系统。

除了以上的共同点之外，以下建议具体针对人造林：

- 应促进人造林林分中的多样性（例如：多树龄和多树种，分区（树群）面积和间隔距离有所不同）；²
- 在将土地改造成人造林之前，应针对项目区进行勘测，以便鉴定、区分、描述天然生境和改造生境类型，并确定其在生物多样性方面对所在区域或全国的价值；
- 确保计划改造成人造林的天然生境和改造生境不含有关键性生境包括已知的极危或濒危物种生境，或重要野生动物的产仔区、取食区、集结区³；
- 查明以用于人造林的地区是否有极危或濒危物种，并确保正确管理其生境；
- 保留查明的关键性生境，以便保护生物多样性，并最终恢复天然林覆盖。

外来物种

如果有意或无意将外来的、非本地生的植物群和动物群引入其通常不出现的地区，可能对生物多样性造成重大威胁，因为有些外来物种可能具有侵入性，会迅速蔓延并在竞争中打败本地生物种。林业经营者不应故意引入新的外来物种（目前未在项目所在国家或地区立足的生物种），除非这种行动符合目前关于此类引入行动的法规（如果有此种法规），或应评估其风险（作为社会和环境评估的一部分），确定发生侵入性行为的可能性。¹林业经营者不得故意引入发生侵入性行为的风险较高的外来物种，也不得故意引入已知具有侵入性的物种，并须采取措施防止因事故或意外而引入。林业经营者还应采取措施预防因林业操作而使现有的外来物种蔓延。

¹ 《粮食和农业组织（粮农组织）林业规范方式》含有更多关于自装集材机、地面集材设备、集材绞盘机、绳索集材系统、空中集材系统（例如直升飞机、气球）、水上运输设备的正确使用指南。可在以下网站查阅：<http://www.fao.org/docrep/V6530E/V6530E00.htm>。

² 已确定管理方向的一块土地或树林。一个分区或树群可由包含不同树种和树龄的林分组成。

³ 不使用的道路和集材道应关闭，以减少偷猎者和打野味者使用。



这方面的管理方法包括在设备（例如卡车、器材设备）从有外来物种区移动到无外来物种区之前用高压冲洗机加以冲洗。

热带森林资源的可持续性

目前对于天然混合林的增长率缺乏了解（尤其是在热带地区），因此没有足够的信息可供森林管理行业参考。这些地区资源的使用通常并不依据对增长率的科学测量数据。在许多地区，一些树种对过度砍伐，可能濒临绝种。

关于加强资源可持续性的建议如下：

- 为了确保采伐率可持续，每公顷采伐标准应当依据对有关树种的再生成功率、增长率以及分布的科学了解；
- 森林管理人员所保留的树种范围应当尽量广泛；
- 应当根据林分内目标树种的密度和直径规定直径下限；
- 应避免形成林下空地；
- 采伐周期应当根据树种再生研究的结果而确定，同时参照当地条件。

水的质量²

森林业务（例如木材砍伐业务和道路修筑）可能对河流、水体、地下水的数量和质量产生不利影响，因而造成季节性水文变化，并可能对下游河流生物区、社区、渔业带来不利影响。对水的质量的影响可能来自于以下几个方面：水土流失和沉积物及生物残骸在水体中累积（例如在森林道路和集材道过河处）；化学污染（原因例如使用杀虫剂、燃料、润滑油、冷却液）；营养载量增加（原因例如水土流失和使用化肥）；温度和河流变化（可能影响鱼类和水生物群体）。对水质量和河流时间规律的影响可能来源于降雨规律变化造成的植被减少量和空间分布状况以及剩余的生态系统流程。防止对水资源的直接不利影响以及维护河岸区，对于保护水的质量和数量以及保护水生物和陆地森林生境具有至关重要的意义。

为了在人造林和受管理天然林防止和控制对水质量和数量、河岸区、湿地的影响，建议采取如下方法：

- 执行河岸管理区（简称 RMZ）计划。河岸管理区通常建立于水体的边缘（例如湖泊、可航行常年性/间歇性河流、不可航行河流），通过提供缓冲区来保护水体；
- 将道路、集材道、集材场建立在河岸管理区和湿地之外；
- 在适当的情况下，应当将砍下的枝丫、废材存放在高潮线以上，防止材料进入湖泊、河流、湿地；
- 避免在湖泊和可航行常年性河流的普通高潮线附近使用轮式或履带式采伐设备（不包括道路和过河处），以免土壤受损和被压实，从而保护地面植被和半腐烂落叶堆层；
- 尽量减少森林管理区内车辆过河处的数量和规模。如果需要过河，则应采用较好的方式，例如使用渡桥、硬地浅滩、管涵等。（参见下文“道路、集材道、集材场”部分）；
- 加固河床、河岸、引桥路的裸露土壤，以防止产生沉积物；

¹

² 这个有关水质量的部分改编自粮农组织（1996）和《威斯康星州森林管理指南》（2003）所包含的建议。



- 在规划期间防止和限制对水资源的干扰；
- 保持有效的河流洪泛区，以容纳常见的洪水。对于有下流洪泛风险的区域，应制订应急计划，以便保护人员和宝贵的资源；
- 在完成或放弃项目业务和设施之前，将受到影响的地区恢复或复原到理想的生态状况。这方面应包括在集材道上设置拦水坝以及恢复集材场原貌（例如通过深松、播种恢复天然植被）。

除以上措施之外，以下建议具体针对受管理天然林：

- 尽量减少车辆穿越常年性/间歇性河流和在湿地区域行驶。不应允许车辆穿越未受保护的河床或在其中行驶。如果必须穿越，则应采用直角方式，或采用渡桥、硬地浅滩、管涵等方法，以减少对河岸、水流、水质量的影响；
- 尽量利用现有的集材道和集材场，并防止未经导流和沉积物控制（例如排水沟、边坡截水沟，以及使用草捆、淤泥围栏、沉积区）的径流直接排入水体；
- 尽量减少在道路外使用设备。在必要的地点（例如湿地和低地），采用对地面压力较小的设备（例如宽轮胎或宽履带设备）；
- 将砍下的枝丫铺在集材道的路面上。在火灾风险高的地区，作业结束后可能需要清除铺设路面的枝丫（例如撒到别处、打成碎片、或捆扎/焚烧）。因使用设备而造成的地面辙迹应当用有机地表覆盖物和种子加以填平和处理，应当尽可能恢复土壤的可耕性，并应将径流引导到沉积物处理区。

除了以上共同点之外，下列建议具体针对人造林：

- 应当使用水文模型预测对河流的影响，并根据预测结果修改人造林的设计方案；
- 应采取措施减少裸露地表造成的水土流失。应避免完全耕作；如有必要，应当沿着等高线进行深松（一种用于使硬土层或石线障碍松动的方法）

水土流失¹

森林的水土流失可能来源于天然原因（例如刮风下雨）、木材砍伐作业、道路基础设施的修筑和使用。人造林通常采用轮伐、皆伐方式，最终采伐后由于植被减少，将使土壤容易受到风雨的侵蚀。深松也可能导致水流成渠和大规模水土流失。堆积灌木和砍下的枝丫、使用集材道也可能把水流导向侵蚀而成的渠道。在天然林中，当保护土层和有固定作用的根系被破坏之后，一般就会导致表土的流失。当阔叶树种（例如柚木）将水导向裸露的表层土壤时，就可能导致更多的水土流失。不稳固的土壤可能受到森林管理活动的破坏，造成下大雨时或土壤饱和状况下山坡出现块体移动和碎屑流。

伐木

进行伐木作业时，建议采取以下措施控制和防止水土流失：

- 进行皆伐后应尽快重新恢复森林覆盖。可以考虑暂时采用有机地表覆盖物或砍下的枝丫保护易受侵蚀的土壤，直到理想的植被获得恢复；
- 分区（树群）应尽量缩小（在经济上可行的范围内），以缩小受风雨侵蚀的连块地表面

¹ 有关道路、集材道、集材场、过河处的部分改编自粮农组织（1996）和《威斯康星州森林管理指南》（2003）所包含的建议。



积。分区面积通常不应超过 50 hm²；

- 安排采伐作业时间应避开潮湿季节和特别潮湿期间（这时土壤中的水达到饱和）；
- 选择的采伐设备以及拖拉牲口应尽量减少对土地的影响（例如压实、辙迹）；
- 在超过 30%的斜坡上，应当使用钢索集材系统，避免因在容易受侵蚀的斜坡上使用车辆；
- 应将砍下的枝丫和废材沿等高线堆积。

道路

道路修筑、使用、维护活动可能造成严重的水土流失，对水的质量产生不利影响。修路过程中的铲削和填平活动可能扰乱地下水流，使水移动到新区的地表，或破坏脆弱山坡的稳定性，可能造成滑坡。路面可能造成水无限制地流动，导致地表水土流失加快，地面冲刷成沟，将沉积物冲入水体。

在热带地区的大多数天然林伐木业务中，都是用一次性道路或集材道进行大树集材。集材道往往比道路造成的影响大多，因为集材道的用途有限，因此其位置可能规划不周。在极端情况下，道路可能深入地表或穿过永久性水流。如果在热带地区因道路设计不周而限制排水，则可能导致森林永久淹没，通常会造森林大面积死亡。天然林中的道路可能和人造林中的道路产生相似的影响，而且还可能直接阻碍动物的移动。

进行道路修筑、使用、维护活动时，建议采取以下措施控制和防止对水的质量和生境造成的影响：

- 筑路前的规划和设计事项包括：
- 尽可能使用现有的道路网络；
- 在设计阶段考虑未来对道路的使用。这方面可以包括：如果计划在林业用途完成后长期使用道路，则调整设计考虑因素；
- 根据预计的长期交通类型和交通量设计和修筑道路（例如宽度、路面）；
- 尽可能多采用临时性道路；
- 尽量减少过河处的数量，并将道路过河处安排在适当的位置（例如安排在石头河床以及河岸较低处）；
- 将道路设置在排水能力良好的土壤上，尽可能多采用高山脊路线，避免低谷；
- 将道路设置在森林管理区和湿地以外；
- 预先设计道路网络，尽量缩短道路长度，减少道路密度。应在兼顾安全和运输需要的同时尽量缩小道路宽度；
- 道路的设计和位置选择应避免形成水堤，以免使水积聚起来；
- 要使树冠覆盖路面，以维持生境的连续性；
- 遵循天然路线的等高线，避免铲削和填平作业；
- 道路坡度应尽量不超过 10%，最佳坡度为 5%；
- 应相隔适当距离修筑道路排水设施（例如拦水埂、排水孔、排水沟、横向排水沟），将路面的水排走；
- 路面形状（例如采用凸型坡、外斜坡、凸球面）应确保径流入合适的排水渠道和植



被，避免沿着辙迹流动；

- 应采用固定间隔的路边排水装置（例如边坡截水沟、排水沟、管涵）把水导向道路以外的植被。外流水排放区采用有机地表覆盖物、种子、水窖、石护床等土壤固定措施可能有助于保持外流水排放区的稳定性。排水系统不应直接排入水道，并应有能力排出本地雨水和径流。应根据需要维护排水系统，以便容纳预计的流量；
- 应考虑在陡峭的路面和急转弯处铺放碎石和其他表面物；
- 应避免将废材埋入路基，因为这样可能使表面高低不平 and 出现洞穴，造成水土流失。道路使用前应压实。

如果修建道路不可避免，为了防止和控制其不利影响，建议采用以下方法：

- 设计和修筑道路时（例如填平处的位置），应避免或限制对湿地与河岸区水中和陆地生境及野生动物的不利影响（例如在筑巢区和取食区）；
- 湿地的引桥路应当建成上斜角，避免道路径流排入湿地；
- 集材场不应建在湿地；
- 应采用横向排水方法（例如管涵、桥梁、可渗透路面材料等），尽量避免影响穿过湿地的天然水流；
- 车辆活动应尽可能保持在硬地上，以免造成辙迹。最好使用对地面压力较小的设备（例如宽轮胎和/或宽履带设备），并在集材道上铺设垫子或木头；如果辙迹过多，应暂停活动。

在进行道路保养时，建议考虑采取以下预防和控制措施：

- 设立定期保养和检查时间表；
- 将废材从排水沟和其他排水结构中清除出去；
- 路面坡度应保持排水等高线，应及时填补洞穴；
- 如果采用尘土防控措施，应避免径流对周围水体和地下水的水质量产生不利影响。

道路停止使用后，应采取以下措施防止和控制不利影响：

- 如果土路停止使用的时间较长，应当耕开并用合适的短植物（最好是本地生物种）重新覆盖；如果路面形状没有完全恢复原状，则可能需要增加道路定期排水装置，充分防止积聚的水流侵蚀路面；
- 应当拆除临时性排水装置和桥梁；
- 应采用斜坡和其他方法长期保证路面的排水；
- 设置必要的拦水坝和排水引导装置；
- 应关闭停止使用的道路，以免公众使用，并防止无管制的伐木和偷猎活动。

集材道和集材场

为了防止和控制集材场和集材道的不利影响，建议采用以下方法：

- 将集材道和集材场设置在森林管理区和湿地之外。集材道应在进行采伐活动之前修筑，做到最大限度使用预先规划的集材道；
- 集材场应建在排水良好的区域，并应稍有坡度，以引导径流进入转移渠道，排入灌木植被或其他径流过滤系统；



- 集材场可能需要定期清除尘土（例如用水清除），使用完毕后应当耕开并恢复植被（如果被压实，则需要深松）；
- 集材道应尽量保持平直，只有在需要爬上超过 30 度的斜坡时才可弯曲；
- 确定的集材道应当尽可能地反复使用。在特别潮湿的情况下，应停止集材，以防水土流失；
- 应尽量少用集材车铲修筑集材道。道路灌木丛应放在集材道上，砍伐后树桩应接近地面。

过河处

在过河处，建议考虑采用以下预防和控制措施：

- 尽量减少车辆穿越常年性/间歇性河流和在湿地区域行驶。如果必须穿越，则应采用直角方式，或采用渡桥、硬地浅滩、管涵等方法，以减少对河岸、水流、水质量的影响
- 过河设施（例如桥梁、管涵、浅滩）的设计应能抵抗大暴雨的高峰流量，并确保水生物种的移动不受到影响；
- 应避免车辆在未受保护的河床上行驶。集材道不应穿越河流或水沟。如果必须穿越，则最好穿越硬石子河床；
- 排放的雨水应引向植被，而不引向河流；
- 应采用粒料桩加固过河处的引桥路，避免更多沉积物进入河流。采用有机地表覆盖物和种子、淤泥围栏、草捆来加固过河处河岸的土壤。

土壤的生产力

土壤的生产力对于伐木作业的可持续性以及森林生态系统及野生动物的总体健康至关重要。森林采伐作业和道路修筑可能导致对土壤产生物理影响，包括压实、辙迹、移位、侵蚀影响（参见上文“道路、集材道、集材场”部分）。对土壤化学性质的影响包括改变酸碱值和养分平衡。对土壤生物性质的影响可能包括改变对土壤形成、分解作用、养分循环具有关键作用的微生物群和微动物群，而这几种功能都有助于树木的生长（例如根菌）。

除了上述管理水土流失的建议之外，还建议采取以下措施管理土壤生产力：

- 森林作业的时间应当避开地表水分饱和期（例如初春时节和大雨后）；
- 尽量减少用于集材场、道路、集材道的土地，考虑采用对地面压力较小的设备并在集材道上铺设砍下的枝丫；
- 在采伐规划和管理过程中，兼顾土壤生产力和养分周期因素；
- 道路和集材道上的辙迹应不断修复，防止形成水沟；
- 在重新造林/播种之前，应避免过多用机械方式准备场地，以免失去过多的土壤水分和有保护作用的半腐烂落叶堆层；
- 砍下的枝丫应当撒在场地上，为树苗提供保护和有机物质；
- 应考虑根据综合养分管理方法（简称 INM）给土壤添加养分。重新植树时，为了弥补损失的养分，可以向人造林添加养分。综合养分管理方法的目标应当是在增产的同时保持和改进土壤养分状况，防止径流污染地下水资源和使地表水资源发生富营养化，并过滤掉过多的养分。



有害物质的管理

燃料和润滑油的使用

森林作业和道路修筑需要使用各种机器、车辆、相关的燃料、润滑油等材料，如果意外泄漏可能造成不利影响。伐木设备不应在河流附近洗刷，以免有害物质进入水体。不应在敏感区域更换机油和液压油，用过的油料应加以适当的处理。关于如何控制和防止燃料及化学污染的指南（包括废物存放和处理指南）包含于《通用 EHS 指南》。

杀虫剂的使用

森林管理离不开害虫及其管理。关于杀虫剂使用的决定应根据虫害以及森林管理的宗旨和目标来作出。为了建立、培养、保持所需的物种和保护森林状况，可能需要使用杀虫剂。在将存放的木材运出森林伐木区之前，为了阻止穿孔性昆虫破坏木材，可能需要大量使用杀虫剂。鉴于森林害虫是森林生态系统的一部分，因此大量使用杀虫剂抑制害虫无疑将影响到生态环境的其他组成部分。人造林作业可能必须使用杀虫剂，而在受管理天然林作业中则大多限制在局部地区少量使用。

害虫管理的主要目标不应是根除所有生物或物种，而是控制可能有害于所需森林树种的害虫和疾病，控制程度应达到使害虫和疾病保持在经济和环境损害的可接受限度之内。对杀虫剂的使用应当作为综合害虫管理（简称 IPM）策略和书面《害虫管理计划》（PMP）的一部分，以避免杀虫剂移动到林区之外或水体环境。在制定和执行综合害虫管理策略时，应考虑分为以下阶段，首先应采用替代性害虫管理方法，而将使用合成化学杀虫剂作为万不得已的选择。

杀虫剂使用的替代方法

载客形式，应考虑采用以下方式替代杀虫剂：

- 对负责决定使用杀虫剂的人员进行培训，学习如何辨别害虫和杂草，并学习如何进行野外查询；
- 采用具有抗虫性的树种；
- 采用机械方式控制杂草，并且/或者用热除草方法；
- 通过提供有利的生境（例如可筑巢的灌木丛和捕食害虫的动物可藏身的其他原始植被）来保护害虫的天敌；
- 帮助和使用有益生物（例如昆虫、鸟类、螨类、微生物）来进行生物性害虫控制；
- 采用机械性控制手段（例如圈套、屏障、灯光）来杀死、转移、驱赶害虫。

杀虫剂的施用

如果应该使用杀虫剂，使用者应当采取以下预防措施，减少可能的环境影响：

- 对员工进行施用杀虫剂的培训，保证员工获得有关的认证；如果不要求获得认证，则提供同等培训；¹
- 应根据制造商提供的标签使用杀虫剂。标签上有必要的信息，说明建议的用量以及杀虫剂的安全用法；

¹ 认证计划的例子包括美国环境保护署（简称 EPA）的认证计划（2006 年），其中将杀虫剂分为“非限制性”和“限制性”两种，并要求施用非限制性杀虫剂的员工根据《农业杀虫剂工人保护标准》（40 CFR Part 170）接受培训。此外，还规定限制性杀虫剂必须由获得认证的杀虫剂施用者施用，或在获认证者在场的情况下施用。



- 应根据各种标准（例如现场观察目标害虫、天气数据、施用时间、用量）施用杀虫剂，并在杀虫剂使用日志上记录这些信息；
- 应避免使用属于《世界卫生组织杀虫剂分类建议》危险级别 1a 和 1b 的杀虫剂；
- 应避免使用属于《世界卫生组织杀虫剂分类建议》危险级别杀虫剂，前提是项目东道国对此类化学品的分销和使用缺乏限制，或者此类化学品可能容易被在正确搬运、储存、施用、处理此类产品方面未受适当训练、没有适当设备和场地的人员获得；
- 应避免使用属于《斯德哥尔摩公约》附录A和B所列的杀虫剂（不包括该公约规定的条件下使用）；¹
- 应只使用持有执照的制造商经有关当局注册审批后根据粮食和农业组织（简称粮农组织）《农药销售和使用国际行为守则》制造的杀虫剂²；
- 应只使用根据国际标准和准则（例如粮农组织《关于杀虫剂正确贴标签方法的修订指南》）贴有标签的杀虫剂³；
- 应只选用根据设计能减少非有意飘移或流走的施用技术和方法，应在有控制的条件下使用；
- 根据制造商的建议对杀虫剂施用设备进行保养和校正；
- 在水资源、河流、小河、水塘、湖泊、水沟附近流出不施用杀虫剂的缓冲区或缓冲地带，以便保护水资源。

杀虫剂的搬运和储存

为了防止、减少、控制杀虫剂对土壤、地下水、地表水资源的潜在污染（可能因运输、混合、储存期间发生的意外泄漏而导致），杀虫剂的存放和搬运应当遵守《通用 EHS 指南》规定的有害物质管理建议。其他建议如下：

- 应把杀虫剂存放在原包装内，置于干燥、凉爽、无霜、通风良好的专用地点，而且只允许获得授权的员工⁴进入。该地点不得存放人类或者动物的食品。储存室的设计还应包括泄漏防堵措施，而且位置应考虑到避免对土壤和水资源的潜在污染；
- 混合和转移杀虫剂的工作应由训练有素的人员在通风和照明良好的区域进行，而且应使用指定的专用容器内混合和转移杀虫剂；
- 容器不应用于其他目的（例如装饮用水）。受污染的容器应作为有害废物来搬运，并应据此加以处理。应当根据粮农组织指南和制造商的说明丢弃受杀虫剂污染的容器；⁵
- 购买和储存的杀虫剂不应超过需要的数量，并对库存杀虫剂采用“先进先出”的原则，以免杀虫剂过期失效；⁶此外，还应绝对避免使用过期失效的杀虫剂；⁷应当制定一项管理计划，其中包含封堵、储存以及最终销毁所有过期失效存货的措施，内容须符合粮农组织的指南以及所在国家对《斯德哥尔摩公约》、《鹿特丹公约》、《巴塞尔公约》所作的

¹ 《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》（2001）。

² 粮农组织（2002c）

³ 粮农组织（2002c）

⁴ 粮农组织（2002c）

⁵ 见《粮农组织关于弃置报废杀虫剂和杀虫剂容器的指南》。

⁶ 参见粮农组织（1996）。

⁷ 见粮农组织关于杀虫剂储存和存货控制的手册。《粮农组织杀虫剂弃置系列文件第3号》（1996）。



承诺；

- 将冲洗设备的用水收集起来再次使用（例如用于将相同的杀虫剂稀释到施用的浓度）；
- 确保以对环境负责的方式清洗或弃置在施用杀虫剂时穿着的防护服；
- 保持杀虫剂施用及效力的记录；
- 视觉影响。

森林作业和道路系统可能造成不利的视觉影响，威胁到对森林的其他用途（例如娱乐、旅游）。

为了避免和减少不利的视觉影响，建议森林管理部门采取以下措施：

- 在开发前阶段确定潜在的视觉影响，应在森林管理计划中确立防止和/或减少视觉影响的策略，其中包括：
 - 确定天然风景特征（例如地形），尽可能避免不自然的采伐形态。采用地理信息系统（简称 GIS）地图和地形图技术，在设计视觉敏感地区的采伐边界时力求缩短视觉影响时间、降低视觉影响强度（例如在开发区与道路之间设置树木缓冲区；分散和清除道路附近的枝丫废材堆。
- 在设计道路系统时，既满足视觉质量的需要，也满足木材管理的需要，包括：
 - 减少敏感道路（例如旅游或娱乐路线）的出入口；
 - 道路和碎石坑的位置应尽量使人们从观景点或水体上看不到；
 - 利用道路的转弯处，减少人们沿直线视线可看到森林中采伐区的情况。

1.2 职业健康与安全

林业项目对健康与安全形成的危害主要包括以下几种：

- 身体危害
- 噪声和震动
- 火灾
- 化学危险

身体危害

森林作业的一些活动可能给工人造成严重的身体损伤。受伤的原因可能是在进行伐木、横切、砍枝活动时对电锯、斧头、砍刀的使用不当。如果使用钢缆集材，当拉紧的钢缆崩断或突然失去负载时，可能使工人受伤。树木倒下和树枝断裂也经常造成受伤（尤其是当工人清除风倒木和其他缠绕/悬挂情况时）。

切割刀具

为了防止切割刀具造成伤害，建议采取以下措施：

- 应给工人进行适当的培训，学习如何安全使用切割刀具（包括如何采取集体协调和安全措施）；
- 设备应正确保养，并配备所有必要的安全装置（例如锯子应配备护齿套）；
- 应当向工人提供所有必要的人身保护设备（例如手套、防护鞋、防护服、头盔），并要



求其使用；

- 应当提供现场急救设备和受过训练的员工，并制定紧急撤离程序。

倒下的树木以及用于集材的钢缆

为了控制和防止倒木和钢缆造成的伤害，建议采取以下措施：

- 在伐倒树木时，除了操作电锯的工人和一名助手之外，在两棵树长度的范围之内不得有其他工人；
- 工人在进入受影响地区之间应接受培训，了解如何清除风倒木；
- 工人在有树枝掉落危险的森林覆盖区工作时应戴头盔；
- 如果用拉紧的钢缆集材，在钢缆绑缚点的两个钢缆长度范围内不得有工人。

机械和车辆

使用机械和车辆时（包括使用拖拉机和伐木机械时）可能发生事故，车辆沿保养不善的道路运送工人时也可能发生事故。设备和车辆操作及维修过程中的职业安全与健康影响及其控制措施包含于《通用 EHS 指南》。

孤立隔绝的工人

从事森林作业时，可能需要工人处于和他人隔绝的状态，无法与上级、其他工人、其他可提供协助者进行口头和视觉联络，有时可能连续长达一小时以上。发生事故或受伤时，该工人就会面临更大的风险。有关如何处理工人与他人隔绝情况的建议包含于《通用 EHS 指南》。

噪声和震动

电锯、车辆、其他林业机械设备都会发出过量噪声。有些伐木机械的震动可能达到危害工人的程度，会导致损及内脏或手臂的工伤。应当在电锯和伐木设备的座椅上采用减震装置。然而，由于森林作业中的大部分噪声来源无法避免，因此控制措施应包括受影响员工使用个人听力保护用具，并应执行轮换工作制，以减轻震动的累积影响。有关应对职业噪声的更多建议包含于《通用 EHS 指南》。

火灾

自然现象（例如闪电）和人类失误造成的野火是对森林资源赢利能力和可持续性的最严重威胁之一。在天然林中，由于选择性采伐造成森林树冠开口，通常会导致地表植被扩散。当林业工人和使用林业道路的公众来到林中时，这种情况往往会导致点燃危险增加。

可以采用人工控制火烧方法管理林地，从而达到以下目的：减少过量的木质易燃物（例如砍下的枝丫），减少野火风险；使土地有利于重新植树/播种；为某些树种提供人造林再生周期，以及其他用途。

为了防止和控制森林火灾的风险，建议采取以下措施：

- 建立火灾风险监测系统；
- 制定正式火灾管理和应对计划，同时提供必要的资源和培训，包括培训工人如何使用灭火设备以及如何撤离。有关的程序可包括与当地有关当局进行协调。有关紧急情况准备工作和应对措施的其他建议包含于《通用 EHS 指南》；



- 从事森林作业时配备符合作业规模、符合国际公认技术标准的灭火设备(例如拍火器、背包式洒水器、小型便携式水泵和水罐、储水池、灭火飞机);
- 定期清除积累的高风险易燃物(例如采用疏伐和人工控制火烧方法)。疏伐和人工控制火烧应安排在森林火灾季节以外的时间。人工控制火烧¹应遵守有关的燃烧规则和灭火器材规定,而且通常必须有火情观察员监测;
- 建立和保持由易燃性较低的材料或空地构成的网系,隔开易燃区,延缓火势,提供消防通道。

化学危险

沾染杀虫剂

与杀虫剂相关的职业健康与安全影响类似于其他有害物质的影响,关于如何防止和控制此类影响的信息包含于《通用 EHS 指南》。员工沾染杀虫剂的潜在途径包括在制备和施用杀虫剂时发生皮肤接触和吸入。此类接触的影响可能因气候状况而更为严重,例如:刮风可能增加非有意飘移,高温可能使操作员不能使用人身防护设备(简称 PPE)。以下建议具体针对人造林作业:

- 培训员工如何施用杀虫剂,保证员工拥有必要的认证²,如果不要求获得认证,则提供同等程度的培训;
- 根据具体的标签说明使用杀虫剂;
- 遵守施用后隔离期,以免操作者因重新进入有残留杀虫剂的区域而沾染杀虫剂;
- 确保遵循卫生条例(根据粮农组织和 PMP 的规定),避免家属受到杀虫剂残余物的沾染。

1.3 社区健康与安全

林业项目给社区健康与安全带来的危险主要包括以下几方面:

- 水资源
- 火灾
- 运输
- 沾染杀虫剂

水资源

社区可能依赖于来自森林的地表水和地下水资源。森林作业导致水质量和数量的下降,可能影响水的供应,危及饮水、卫生以及其他生态系统用途(例如养鱼)。林业经营者应执行本文件“水的质量”部分所包含的建议,从而保护水资源。有关水资源与社区健康与安全关系的进一步建议包含于《通用 EHS 指南》。

¹ 人工控制燃烧必须在考虑对空气质量的潜在影响之后才能进行,而且必须符合当地的空气质量管理规定。

² 美国环境保护署将杀虫剂划分为非限制性和限制性两种。所有施用非限制性杀虫剂的员工必须根据《农业杀虫剂工人保护标准》(40 CFR Part 170)接受培训。限制性杀虫剂必须由获得认证的杀虫剂施用者施用,或在获认证者在场的情况下施用。如要了解更多信息,请参阅 <http://www.epa.gov/pesticides/health/worker.htm>。



火灾

发自森林的火灾可能危及附近的社区。应在当地政府和可能受影响社区的参与下制定火灾应对与管理计划。

运输

- 运载沉重林业产品的大型车辆在穿越当地社区的大小道路上行驶，可能给公众带来严重的风险。道路运输还可能给社区带来其他影响，包括有害的尘土量和噪声干扰。关于如何预防和控制运输风险（包括交通安全、防尘、降低噪声、运输危险货物）的建议包含于《通用 EHS 指南》。

沾染杀虫剂

在大规模施用杀虫剂的地方，意外喷洒到当地财产上可能使公众沾染有害浓度的杀虫剂。杀虫剂对社区健康的影响可能类似于对林业经营者个人的影响（参见“职业健康与安全”），沾染途径是在施用此类化学品时发生皮肤接触或吸入。社区沾染环境内杀虫剂的可能性可能受到气候条件（例如风速）的很大影响，沾染采伐后产品中残留杀虫剂的可能性则可能取决于施用杀虫剂时是否遵守了有关规则。社区还可能通过皮肤接触沾染到容器和包装物等物品内残留的杀虫剂。如果用不适当的方法处置用于运输和储存杀虫剂的容器，而社区重新使用这些容器（例如装饮用水），还会带来更多风险。

为了控制和预防杀虫剂沾染，建议采取以下措施：

- 尽可能避免用飞机施撒杀虫剂；
- 尽可能使用生物性产品或安全产品；
- 执行向邻近社区通报森林施用杀虫剂消息的制度；
- 杀虫剂不应在水流附近施用；
- 对于杀虫剂的包装物和容器，应当进行清洗（例如采用三次冲洗法或高压冲洗法）和处置（例如采用压碎、剪碎、还给供应商等方法），以免后来有人用来装食物或饮用水。

2 指标与监测

2.1 环境

废气与废水管理指南

林业部门通常不是明显的废气或废水点源。在灰尘飞扬和存在可能受污染径流的地方，林业操作应遵守《通用 EHS 指南》包含的原则和建议，以便达到环境空气和地表水质量标准。



环境监测

林业部门的环境监测制度应针对所有被确定为可能对环境造成重大影响的活动（包括在正常操作条件下和受干扰条件下的情况）。环境监测活动的对象应当是具体项目在废气、废水、资源使用方面的直接或间接指标。可监测的指标包括：被采伐森林产品的利用率、森林生长率和再生率、侵入性物种的蔓延、外流径流中的悬浮物总量和浑浊度。

监测的频率应当足以提供所监测参数的有代表性数据。监测应由受过训练的人员进行，应遵循监测和记录规范，并采用正确校准和维护的设备。监测数据应定期加以分析和审查，并与操作标准加以比较，以便采取必要的纠正行动。有关废气和废水取样及分析方法的更多指南包含于《通用 EHS 指南》。

2.2 职业健康与安全

职业健康与安全指南

应根据国际公布的风险暴露标准评估职业健康与安全状况。此类标准的例子有：美国政府工业卫生学家会议（简称ACGIH）公布的门槛限度值（TLV®）职业风险暴露指南和生物风险暴露指标（BEIs®）、¹ 美国全国职业健康与安全学会（NIOSH）发表的《化学危险简易指南》、² 美国职业安全与健康署（简称OSHA）公布的可允许暴露限度（简称PELs）、³ 欧洲联盟成员国公布的指示性职业暴露限度值、⁴ 以及其他类似的来源。

事故和死亡率

项目应努力将项目工人（无论是正式雇员还是合同工）发生事故的次数减少到零点（尤其是可能导致失去工作时间、各种程度的伤残、甚至死亡的事故）。死亡率标准可参照发达国家此部门的死亡率数据（资料来源是公开发表的出版物，例如美国劳工统计数字局和英国健康与安全事务局发表的报告）⁵。

职业健康与安全监测

应当针对具体的项目监测工作环境的职业危险。监测工作应当由获得认证的专业人员⁶进行设计和执行，并作为职业健康与安全监测制度的组成部分。工作场所还应保持职业事故与职业疾病、危险时间和事故的记录。有关职业健康与安全监测制度的更多指南包含于《通用EHS指南》。

¹ 刊登于：<http://www.acgih.org/TLV/>和 <http://www.acgih.org/store/>

² 刊登于：<http://www.cdc.gov/niosh/npg/>.

³ 刊登于：http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992.

⁴ 刊登于：http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/.

⁵ 刊登于：<http://www.bls.gov/iif/>和 <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

⁶ 有资格的专业人员可包括：持有证书的工业卫生专家、注册职业卫生专家、持有证书的安全专家（或与此类专家具有同等资格的人）。



3 参考文献与其他资料来源

- [1] Bertault, J.G. and P. Sist. An experimental comparison of different harvesting intensities with reduced-impact and conventional logging in East Kalimantan. *Forest Ecology and Management* 1997, 94 (1-3): 209-218.
- [2] Bowyer J, J Howe, P Guillery, and K Fernholz. *Reduced Impact Logging: A Lighter Approach to Harvesting in The World's Tropical Forests*. Minneapolis, MN: Dovetail Partners Inc, 2005. <http://www.dovetailinc.org/DovetailRIL0805.html>
- [3] Chutter, M. The rapid biological assessment of stream and river water quality by means of the macroinvertebrate community in South Africa. In M.C. Uys (ed.), *Classification of rivers and environmental health indicators*. Proceedings of a joint South African/Australian workshop. South Africa. Water Research Commission Report 1994, February 7-14, Cape Town, No. TT 63/94.
- [4] Center for International Forestry Research (CIFOR) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Forests & Floods: Drowning in fiction or thriving on facts?* Bangkok: FAO and Bogor: CIFOR, 2005. <http://www.fao.org/documents/>
- [5] Cochrane M, et al. Positive feedbacks in the fire dynamics of closed canopy tropical forests. *Science*, 1999, 284: 1832-1835.
- [6] Day J. Biomonitoring: Appropriate Technology for the 21st Century. Proceedings of the 1st WARFSA/Waternet Symposium: Sustainable use of Water Resources, Maputo, 1-2 November, 2000.
- [7] Dickens CWS. and PM Graham. The South African Scoring System (SASS) Version 5 Rapid Bioassessment Method for Rivers. *African Journal of Aquatic Science*, 2002, 27: 1-10.
- [8] Elias, G Applegate, K Kartawinata, Machfudh and A Klassen. *Reduced Impact Logging Guidelines For Indonesia*. Bogor, Indonesia: CIFOR, 2001. <http://www.cifor.cgiar.org/Publications/books>
- [9] Evans J. and J. Turnbull. *Plantation Forestry in the Tropics*. 3rd. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- [10] Food and Agriculture Organization (FAO). *FAO Model Code of Forest Harvesting Practice*. Rome: FAO, 1996. <http://www.fao.org/documents/>.
- [11] FAO. *The status of invasiveness of forest tree species outside their natural habitat: a global review and discussion paper*. Forest Health and Biosecurity Working Paper FBS/3E. Forestry Department. Rome: FAO, 2003. <http://www.fao.org/documents/>
- [12] FAO. *International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides* (revised version November 2002). Rome: FAO, 2002c. <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/Code.doc>.
- [13] FAO. *Asia – Pacific Forestry Commission, Code of Practice for Harvesting in Asia – Pacific*. Rome: FAO, 1999. www.fao.org/docrep/004/ac142e/ac142e00.htm
- [14] Forest Industry Environmental Committee. *Environmental Guidelines for Commercial Forestry Plantations in South Africa*. Rivonia: Forestry South Africa, 2002.



- [15] Hamer K C, J K Hill, S Benedick, N Mustafa, T N Sherratt, M Maryati and V K Chey. Ecology of Butterflies in natural and selectively logged forests of northern Borneo: the importance of habitat heterogeneity. *J. Appl. Ecol.* 2003. 40: 150-162.
- [16] International Finance Corporation (IFC). Performance Standard 6: Biodiversity Conservation and Sustainable Natural Resource Management. Washington, D.C.: IFC. 2006. <http://www.ifc.org/envsocstandards>
- [17] IFC. Performance Standard 3: Pollution Prevention and Abatement. Washington, D.C.: IFC. 2006. <http://www.ifc.org/envsocstandards>.
- [18] High Conservation Value Resource Network. <http://www.hcvnetwork.org/>.
- [19] Hill J K, K C Hamer, M M Dawood, J Tangah and V K Chey. Interactive effects of rainfall and selective logging on a tropical forest butterfly in Sabah, Borneo. *J. Trop. Ecol.*, 2003, 19: 1-8.
- [20] Hughes, C.E. Protocols for plant introductions with particular reference to forestry: changing perspectives on risks to biodiversity and economic development. In C.H. Stirton, ed. *Weeds in a changing world*. British Crop Protection Council (BCPC) Symposium Proceedings No. 64, pp.15-32. Farnham: BCPC. 1995.
- [21] International Labor Organisation (ILO). Recording and Notification of Occupational Accidents and Diseases. An ILO Code of Practice. Geneva: ILO, 1996. <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/english/index.htm>.
- [22] ILO. Safety & Health in forestry work. An ILO code of practice. Geneva: ILO. 1998. <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/english/index.htm>.
- [23] ILO SafeWork Bookshelf. Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. Wood Harvesting. <http://www.ilo.org/encyclopaedia/>.
- [24] Jennings S and J Jarvie. A Sourcebook for Landscape Analysis of High Conservation Value Forests. Version 1. Oxford: Proforest, 2003. <http://www.proforest.net/publications>.
- [25] Jennings S, R Nussbaum, N Judd, and T Evans. The High Conservation Value Forest Toolkit. Edition 1. Oxford: Proforest, 2003. <http://www.proforest.net/publications>.
- [26] Matthews J D. *Silvicultural Systems*. Oxford: Oxford University Press, 1989.
- [27] Noordwijk M, J G Poulsen and P J Ericksen. Quantifying off site effects of land use change: filters flows fallacies. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2004. 104: 19-34
- [28] Nussbaum R and M Simula. *The forest certification handbook*. 2nd. London: Earthscan, 2005.
- [29] Nussbaum, R, I. Gray and S Higman. Modular Implementation and verification (MIV): a toolkit for the phased application of 森林管理 standards and certification. Oxford: Proforest, 2003.
- [30] Palmer R W and E D Taylor. The Namibian Scoring System (NASS) Version 2: Rapid Bioassessment for rivers. *African Journal of Aquatic Science*, 2004, 29: 229-234.
- [31] Richardson, D M and S I Higgins. Pines as invaders in the southern hemisphere. In D.M. Richardson, ed. *Ecology and biogeography of Pinus*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 450-473.
- [32] Richardson, D M Forestry trees as invasive aliens. *Conservation Biol.*, 1998, 12 (1): 18-26.
- [33] Richardson, D M, I A W Macdonald and G G Forsyth. Reductions in plant species richness under stands of alien trees and shrubs in the fynbos biome. *South African Forestry J.*, 1989, 149: 1-8.



- [34] Richardson, D M, P Pysek, M Rejm 鬻 ek, M G Barbour, F D Panetta, and C J West. Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 2000, 6 (2): 93-107.
- [35] Sist P, D Dykstra and R Fimbel. *Reduced-Impact Logging Guidelines for Lowland and Hill Dipterocarp Forests in Indonesia*. Occasional Paper No. 15. Bogor: CIFOR, 1998.
- [36] Sist, P, R Fimbel, D Sheil, R Nasi and M-H Chevallier. Towards sustainable management of mixed dipterocarp forests of South-east Asia: moving beyond minimum diameter cutting limits. *Environmental Conservation* 2003, 30 (4): 364-374.
- [37] South Africa Department of Water Affairs and Forestry (DWAF). *Water Conservation and Demand Management Strategy for the Forest Sector in South Africa*. Pretoria: DWAF, 2000.
- [38] Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPS). <http://www.pops.int/>
- [39] Tucker, K., and D.M. Richardson. An expert system for screening potentially invasive alien plants in fynbos. *Journal of Environmental Management*, 1995, 44: 309-338.
- [40] United States (US) Environmental Protection Agency (EPA). 40 CFR Part 170: Worker Protection Standard for Agricultural Pesticides, 2006. <http://www.epa.gov/pesticides/safety/workers/PART170.htm>.
- [41] van Wilgen B W, D M Richardson, D C le Maitre, C Marais and D Magadla. The economic consequences of alien plant invasions: examples of impacts and approaches to sustainable management in South Africa. *Environment, Development and Sustainability*, 2001. 3: 145-168.
- [42] Wisconsin Department of Natural Resources (WDNR). Division of Forestry. *Wisconsin Forest Management Guidelines*. PUB-FR-226 2003. Madison, WI: WDNR. 2003. <http://www.dnr.state.wi.us/ORG/LAND/forestry/publications/Guidelines/toc.htm>.

附录 A：林业活动的一般定义

森林管理部门的工作是生产主要用于工业过程的圆木。林业部门大致可分为两个部分，即人造林和天然林。人造林取代天然植被，而且往往只用外来物种取代。人造林受到管理，一般每年每公斤生产 $5 \text{ m}^3 \sim 30 \text{ m}^3 [\text{m}^3/(\text{ha}/\text{a})]$ 的圆木。天然林通常被有选择地采伐，木材产量为 $0.01 \text{ m}^3 \sim 5 \text{ m}^3/(\text{ha}/\text{a})$ 。

森林有各种生态系统功能，包括：提供淡水、食物、木材、燃料、纤维、生物多样性调节、养分循环、空气质量及气候调节、娱乐机会、旅游资源等。

森林管理投资很可能与具体的木材加工厂相关联，而加工厂需要大量的原材料。因此，森林管理区域的面积可能很大。通常，随着项目的进行，受管理区域的面积会逐年增大。然而，在确定林业影响及对应措施时，应考虑满足工业需求所需的最终管理区面积。

几乎在所有情况下，最终采伐工作都需要使用重型机械进行集材。在人造林系统内，伐倒树干的单个重量通常不到 1 t，而天然林有时会遇到重量超过 20 t 的伐倒树干。

林业操作需要进行各种辅助活动，但通常在林区之外进行。这些活动的场所包括车辆保养区域、其他工作场地、繁殖树苗的苗圃。这些场地往往较多地使用化学品、油料、燃料。

森林管理是户外工作，需要人们在各种天气和气候条件下、在困难的地形上、使用危险的设备进行工作。



人造林管理

人造林通常由相同树龄的单一树种林分组成。这些林分通常面积为 10~100 hm²，有些大型林分的面积也可能大到 3 000 hm²。林区面积有大有小，有的只有几千公顷，有的大到几万公顷。林区通常有各种不同树种的多个林分，目的是尽量提高场地的生产力，并向市场提供种类不同的产品。林区各林分具有不同的树龄，目的是能不断向市场提供圆木。人造林在林分生命周期的各阶段采用增强型森林经营方法¹，在周期末尾通常对林分进行皆伐。森林经营作业可能包括下列所有活动或其中的某几项活动：

- 林区耕作
- 施肥
- 化学或手工除草
- 疏伐
- 剪枝
- 中期采伐
- 最终伐倒
- 由于林区由树龄相同的林分组成，在再生阶段的几年中大面积的林区可能没有森林植被。

天然林管理

天然林管理比人造林管理更为多样化和复杂。天然林管理可采用多种多样的方法，有可能每公顷有选择地采伐少量树木，也有可能对大面积林区进行皆伐（树龄范围可为 50~100a）。有时，可能通过进行大规模植苗使林分再生，但通常是通过种籽天然再生。有些情况下，可能采用减小密度的中期经营方式，以便促进生长以及减少珍贵树种周围的竞争树种。

非木材森林产品

非木材森林产品（简称 NTFP）对商业用途和人类生存用途都是重要的资源。具有重要商业意义的非木材森林产品包括：野味、蜂蜜、菌类、藤类、叶类植物、花类、药用植物、水果、蔬菜；这些产品可在本地市场和国际市场出售（形式可以是加工产品，也可以是未加工产品）。非木材森林产品很少用商业方式培植，但其中有些商品已成功实现人工驯养（例如蕨类植物 *Ruhmora adiantifolia*）。多数情况下，人们从野外采集非木材森林产品，而这种行动往往导致以这些产品维持生命的人失去这种资源。非木材森林产品对林区居民具有重要意义，因为在农业产品短缺时期，这些林产品往往能提供替代资源。由于对某些物种的商业需求，导致了该资源的严重减少，例如许多地区的藤类植物。木炭是全球最重要的非木材森林产品，而本地对木炭的消费（城市消费）以导致发展中国家普遍发生森林减少现象。国际市场对高质量木炭的需求（用于烤肉）目前数量不大，但不断增长。

¹ 森林树木的维护和培植