

X321
266
G718.5
547

利用天然植被 改善中国退化环境

中国环境与发展国际合作委员会生物多样性工作组 著
(BWG/CCICED)



贈書

校外供書

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

利用天然植被改善中国退化环境/中国环境与发展国际合作委员会生物多样性工作组著. 北京: 中国林业出版社, 2001.10

ISBN 7-5038-2917-6

I. 利… II. 中… III. ①自然环境—环境保护—研究—中国②天然林—绿化—研究—中国 IV. X321

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 071107 号

出版: 中国林业出版社

北京市西城区刘海胡同 7 号, 100009

网址: www.naturalbook.com

制版: 北京合之易图文制作有限公司

印刷: 北京圣彩虹制版印刷技术有限公司

发行: 新华书店北京发行所

版次: 2001 年 10 月第 1 版

印次: 2001 年 10 月第 1 次

字数: 150 千字

印张: 3.5

开本: 160mm × 240mm

印数: 1~5000 册

定价: 20.00 元

利用天然植被 改善中国退化环境

中国环境与发展国际合作委员会生物多样性工作组
(BWG/CCICED)

<http://www.chinabiodiversity.com>

合作单位:

嘉道理农场暨植物园 (KFBG)
世界自然保护联盟 (IUCN)
世界自然基金会 (WWF) ——中国项目办公室

资助单位:

挪威开发合作署 (NORAD)
英国政府环境基金 (BGEF)

主 编: John MacKinnon 解 焱

编 委 (按姓氏字母顺序):

John Fellowes、侯智恒、Susan Mainka、Peter Schei、
Andrew Smith、汪 松

参加编写人员 (按姓氏字母顺序):

陈灵芝、陈佐忠、崔 平、丁建清、奉国强、Robert Hoffmann、
李振宇、沈国舫、史作民、舒立福、王 虹、王豁然、
王献溥、于秀波、周锦超、朱春全

其他参加人员 (按姓氏字母顺序):

陈伟烈、Jim Harkness、金镒明、李典谟、刘宏文、
刘世荣、马克平、Jeff McNeely、欧阳志云、Siobhan Peters、
卿建华、宋朝枢、阳含熙、曾祥明、张大华、赵士洞、
朱广庆

翻 译:

解 焱、陈养正、吴利慧、柴晚锁、陈 钢、郭寅峰、秦 华



利用天然植被 改善中国退化环境

摘 要

中国目前面临的巨大环境破坏与植被减少有直接关系。天然植被有助于水资源调节,防止水灾、旱灾、土壤侵蚀与沙漠化,调节地区与全球气候,防止火灾、暴风雨与虫害所带来的破坏,防止污染,保护生物多样性及可再生能源。经济评估结果表明植被的价值超过 45000×10^8 元人民币(附件 A.7),而这还仅仅是植被对中国发展所能提供的生态效应的一部分。显而易见,恢复植被具有重要的经济学和生态学意义。

本书研究了适用于恢复全国植被的实用方法和途径,并提出了具体的政策和管理建议。在植被恢复过程中应遵循以下原则:

1. 提倡使用当地物种,最大限度地降低对外来物种的依赖
2. 以实现适宜的顶极植被为目的
3. 用植被覆盖裸露地表
4. 提高异质性,遵循自然演替途径
5. 恢复植被中物种之间的生态交互作用
6. 优先保护现有天然生态系统
7. 通过封山育林育草扩展天然生态系统
8. 采用适当的措施加速自然更新
9. 按照土地利用的主要目的分区
10. 确保林业、农业、牧业和采集是可持续的
11. 防止火灾,保护植被
12. 防止病虫害和入侵物种/基因,保护正在恢复的生态系统
13. 生物多样性和生态系统完整性的监测与研究
14. 保护濒危物种
15. 促进社区参与,提高公众意识
16. 加强总体规划

这些原则都应被纳入所有的政府规划、实施计划和公共教育。

目 录

引 言	1
恢复植被的基本原则	3
1. 提倡使用当地物种, 最大限度地降低对外来物种的依赖	3
2. 以实现适宜的顶极植被为目的	4
3. 用植被覆盖裸露地表	6
4. 提高异质性, 遵循自然演替途径	7
5. 恢复植被中物种之间的生态交互作用	7
6. 优先保护现有天然生态系统	9
7. 通过封山育林育草扩展天然生态系统	9
8. 采用适当的措施加速自然更新	11
9. 按照土地利用的主要目的分区	14
10. 确保林业、农业、牧业和采集是可持续的	15
11. 防止火灾, 保护植被	17
12. 防止病虫害和入侵物种/基因, 保护正在恢复的生态系统	18
13. 生物多样性和生态系统完整性的监测和研究	20
14. 保护濒危物种	21
15. 促进社区参与, 提高公众意识	21
16. 加强总体规划	25
利用天然植被恢复中国退化环境的建议图示	28
森林演替循环图解	30
附件 A. 中国天然植被的功能、效益和价值	31
A.1 水土保持	31
A.2 调节气候和天气	36
A.3 控制污染	39
A.4 控制生物灾害	39
A.5 生物多样性的保护与利用	40
A.6 可更新能源	43
A.7 天然植被具有的生态效益总结	45
参考文献	46



引言

中国拥有 12.95×10^8 人口, $960 \times 10^4 \text{ km}^2$ 面积的土地, 约占地球陆地面积的 6.42%^[1]。这片广袤的土地上森林占 16.55% (其中 10% 为天然林)、草原占 41.7%、内陆水域占 1.8%、农用地占 13.5%, 沙漠及其他陆地占 26.4%^[1]。跨越多个气候带, 从湿润带 (32%) 和半湿润带 (15%) 到半干旱带 (22%) 和干旱带 (31%)。从生物多样性的角度来说, 中国是世界上第三大富饶的国家^[2]。

中国人民数千年来早已认识到植被的重要性^[3], 然而, 过去半个世纪人口膨胀和高速发展, 导致森林被砍伐、放牧过度、天然植被被开垦为耕地的现象日益增加。这种情况严重影响了当地降水量、地下水位和蓄水量, 致使水灾、旱灾增加, 湖泊和排水渠道淤塞。1998 和 1999 年的洪水期间, 黄河的水流量曾达到历史最高记录。然而雨季过后, 河水却时常枯竭。严重的环境灾害引起人们对植被退化越来越多的关注。

中国政府已批准实施有关植被恢复的六大工程: 天然林保护工程; “三北”和长江中下游地区等重点防护林体系建设工程; 退耕还林还草工程; 环北京地区防沙治沙工程; 野生动植物保护及自然保护区建设工程; 重点地区以速生丰产用材林为主的林业产业基地建设工程。同时已开始实施西部大开发改善生态环境的战略。计划在 2010 年之前使森林覆盖率达到 19% 以上, 2011~2030 年达到 24% 以上。中国政府将组织一切可利用的资源来实现这一目标。中国是世界上人工林最多的国家, 被誉为“世界最伟大的森林恢复者”, 森林覆盖率已由 50 年前的 8.6% 上升到 16.55%。

然而, 这些数字有些误导。大部分恢复林区由人工林组成; 提倡的是生态“建设”而不是生态恢复。通常人工林并不具有为它们所取代的天然林所具有的生态效益。有些类型的人工林还会降低地下水位, 造成水土流失, 并带来疾病、害虫和火灾等。人工纯林取代了多样化的植被, 从根本上破坏了土壤的营养平衡, 而外来物种对这些单一化的生态系统则具有毁灭性的影响。同时在天然草原上植树也会造成不利影响。政府大规模的投资计划能够实现预期的目的吗? 这些人工林能起到恢复水文、稳定土壤的作用吗?

天然林是极其复杂的活的体系, 其生态过程——土壤、空气、植物、动物、菌类和微生物之间的交互作用——决定了其环境功能。没有生物多样性的人工林是一种没有安全保障的投资。对天然植被效益的研究, 以及由于植被丧失所造成的灾害评估, 已经揭示出保护现存森林, 恢复植被的生态作用以及重新评估管理森林和人工林的方法, 具有巨大的经济价值 (附件 A)。实施这些措施所需要的投资, 虽然相对于目前林业预算来说是很大的, 但是如果把这些投资与将来的回报, 或者如果这些措施没有得到很好地贯彻而导致的损失相比, 却很小。

为了实现环境的稳定, 中国需要利用当地物种组成的植被来恢复健康的生态系统。要达到此目的, 最重要的方法是恢复植被本身的自然更新能力; 试图阻止这种自然过程将是既昂贵又危险的。本书提出了 16 条基本原则, 以期通过利用天然植被来恢复中国的退化环境。



框 1. 四川的经验

20世纪60年代以前长江中游流域森林覆盖率维持在大约45%左右,采伐也保持在适度状态。然而随着经济的增长,森林采伐程度增加。森林覆盖率也下降到占土地总面积的16%左右。大量采伐发生在1975~1985年之间,这也是大熊猫栖息地的40%遭到破坏的时间^[4]。

除河流域的水文调节功能被严重破坏之外,森林丧失还造成了严重的森林片断化,生物多样性也随之受到威胁。狩猎、采集药用植物和其他林产品的压力都在不断增长,而同期的森林面积则持续缩小。

由于四川省内森林缺乏,自然灾害造成的破坏估计每年带来约 100×10^8 元人民币的损失^[5]。从20世纪80年代起,随着采伐和处理被采伐森林模式的改变,加上开始在裸露斜坡上重建森林,现在四川的森林面积正在增加。然而由于大部分新林并未发育成熟,仍然缺乏充分的水文功能。



恢复植被的基本原则

1. 提倡使用当地物种，最大限度降低地对外来物种的依赖

中国广泛使用外来物种来恢复退化的植被。这种努力有时可以取得短期的成功，但是诸如生长缓慢、火灾和病虫害等问题亦随之而来。经验告诉我们，外来物种要么由于不能适应当地环境条件而无法存活，要么疯狂生长而破坏天然生态系统（附件 A.4）。

当地物种经过数千年的进化，已经适应了当地的各种条件。生态系统中的不同物种对资源的利用是相互关联的，共享生态系统的不同物种对资源的利用有着错综复杂的平衡。任何在当地条件下生存下来的外来物种，都有可能打破这种平衡，直接杀死当地植物或者与当地植物争夺空间和养分。一旦当地植物种群大量减少，依赖当地植物提供适宜的食物和栖息地的许多其他物种（例如鸟类、哺乳类、无脊椎动物和菌类）也将减少甚至消失。这种格局将降低生态系统抵御病虫害爆发的能力。

广泛种植外来物种将导致中国独特的生物多样性资源遭受损失，继而降低生态旅游和当地生物产品带来的收入。如果从更大的范围来评价，这将大大降低植被控制水土流失、保护水资源和保护当地生物多样性等生态功能，从而造成大得多的经济损失。

需要注意的是，“当地”不是一个行政范围概念。中国拥有许多不同的生物群系，在中国分布的大多数物种并非自然地分布于全国范围。当地物种是自然生长在特定的生物地理区域中的物种，不是所有在中国分布的物种在中国任何一个特定位置都是“当地的”。

建议

- 任何植被恢复项目，都要避免使用外来物种。
- 应该投资研究如何利用当地物种来恢复植被。

框 2. 过分依赖外来物种^[5]

自 20 世纪 50 年代初，海南、西双版纳和云南开始广泛栽培橡胶（*Hevea brasiliensis*）。大面积的生物丰富的天然林被砍伐。中国科学家还开发出耐寒品系，现在被种植远到北纬 22°30' 的地方，种植面积超过 3000km²。然而，如果遇到异常寒冷的冬季，其生长仍易受到影响。另外，橡胶保护土壤的作用不佳。目前中国正在积极加入世界贸易组织（WTO），随着来自海外的橡胶竞争压力的增加，中国很可能在继生态悲剧之后，面临严重的经济损失。

在不适宜种植橡胶的贫瘠土地上，例如在海南北部、广西南部以及广东雷州半岛的陡坡上，农民大量种植澳大利亚的几种桉树。虽然其木材质量高，生长快，但是由于在同一块土地上连续种植，已经造成土壤肥力和地下水位的下降，现在需要支付昂贵的费用来恢复土壤肥力。

尽管中国热带地区有几种当地松属物种，但是很多年前中国仍然从加勒比海引进了湿地松 *Pinus elliotii*。甚至曾计划用这个树种取代当地的马尾松 *Pinus massoniana* 种群。然而，种植单一物种已经导致了严重的、扩散迅速的病虫害爆发，许多树木已经死亡。

如果没有事先进行长期观测和实验，不应该大面积地引进外国物种。



2. 以实现适宜的顶极植被为目的

如果没有人类干扰,不同的气候、母岩、土壤和湿度条件将造就相应的植被群落,这被称为顶极群落。在恢复植被时,应考虑到所在地带的自然顶极植被类型,才能形成最适合的可持续植被。

中国的地带性顶极植被生态系统类型包括森林、草原和沙漠(框3)。天然植被可以使水分最有效地渗透到土壤中,利于水土保持(附件A.1)。恢复退化景观的目的应该是尽可能地再造原始的、天然的植被类型(即森林、灌木林、草原)。生态系统成分的任何改变,都会改变并常常是削弱原始生态系统的功能。例如,在四川省将 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 陡度上的农田,退耕为银杏或柑橘人工林,实际上并没有提高环境服务功能(即水源保护)。相比之下,拥有丰富的当地物种的原始亚热带森林,在提供这些环境服务方面要有效得多,这正是这里的退化植被恢复应该达到的目标。同样,中国高原地区的天然植被是草原和灌丛,种植柳树、杨树或其他树木是不符合科学原理的。这种情况下,最好的方法是用良好配比的当地草和灌木物种,将这些土地恢复到退化以前的样子。

根据湿度和气温条件,森林顶极生态系统可以分为温带的和热带的,针叶的和落叶的等;而草地生态系统则可以进一步地分为草甸草原、典型草原、沙漠草原、高寒草原、灌木林,以及分布在高山和亚高地地带的苔原等。

顶极生物群落的特征是不仅有林冠植被而且有林下层。中国许多地方,天然林的林冠层以针叶树占优势,但是通常总有由阔叶树或竹子组成的林下层。应当保证新的森林拥有上下两层的物种。应该制订计划采集野生种子并建立必要的苗圃。顶极树种可能需要在树荫下和

框3. 中国的顶极生态系统^[6]

地理区域

北



南和东南

东



西北

地带性顶极生态系统

寒温带针叶林
中温带针叶与落叶阔叶混交林
暖温带落叶阔叶林
北亚热带常绿落叶阔叶林
中亚热带常绿阔叶林
南亚热带季风常绿阔叶林
北热带雨林和季雨林
南海诸岛上的珊瑚礁森林

森林
草甸草原
典型草原
沙漠草原
高山草地
沙漠灌丛



避风处生长。当植被处于早期演替阶段,时常需要种植建群物种和先锋树种。林下竹子层很难恢复,因为大规模的竹子开花之间的间隔为20~30年^[93]。但是四川的成功经验已经表明,在下层丛林中间歇地种植小丛竹子的方法是可行的。

应该在森林中形成厚厚的落叶层、苔藓层、竹林层或浓密的地表植被。人工林因为林下太暗,自然抑制下层植被生长,其保护土壤和水分的能力通常也较差。树根暴露在外,清楚地表明水土流失严重,许多人工林的结构都需要进行改良。

中国的温带森林中通常很少或已经没有原始生态系统。有时原始植被类型可以根据与处在其他地方的生态系统的比较后推断出来。大兴安岭寒温带兴安落叶松和中温带红松林分别是西伯利亚东部针叶林和远东俄罗斯的红松阔叶混合林的延伸。它们在植物区系组成上十分相似,所以不难估计其原始植被类型。

在暖温带,人类对各种类型的落叶林的破坏极其严重。现在大多数所谓的原始生态系统在皆伐之后,目前仍未发育成熟。而只有当这样的准顶极森林出现在与原始落叶阔叶林相似的纬度和条件下时,我们才可以基本确定其原始的森林类型。对四川的研究描述了四川山地森林的几个不同的演替系列,值得植被恢复工作参考^[45]。

热带的顶极群系更加复杂,需要长得多的时间才能形成。Cheung^[46]估计重建亚热带阔叶林的正常演替时间大约需100年,而热带半常绿森林则约为1000年。在靠近热带和亚热带之间的气候交错地带,持续的干扰会使正在恢复的半常绿热带林选择较短的演替途径,从而发展为亚热带森林类型。

一年生物种占优势的天然草地能够很快达到顶极状态。其组成物种的种子扩散能力很强,每年都可以侵入到临近适宜地区。向多年的或木质的植被的发育过程则受到火烧、放牧、季节性水灾,或自然和土壤条件的影响。这些草原处于高度动态状态,这些因素的任何改变,都会使草原生物群落的类型发生显著变化。

另一方面,中国大部分宝贵的草原位于青藏高原高海拔地区,通常长满多年生莎草(如嵩草 *Kobresia*)。这些草原在受到干扰之后达到顶极状态的速度很慢。尽管草原生产力高,营养丰富,但是其芽与根的比例低,整个草原被厚厚的草根覆盖,起到很好的稳固表层土的作用。而耕犁草原却是一种失策,因为完好的草原可提供最大的生态服务。

有时生态系统是“建设”起来用来恢复某些天然生态系统功能的。这种“优化”的人工生态系统有时被认为是生态工程,可以用来测试某些生态理论。它们按照生态学原理来模拟天然生态系统结构。不幸的是,这种方法实施起来极其困难,而且也没有足够的科学理论予以支持。优化人工生态系统的目的与经济农业管理、区域行政管理和森林恢复不同。要取得成功,人工生态系统需要各种组成成分之间,以及与环境之间密切协调。这种方法已经在中国的亚热带地区试验过,但是遇到许多困难。困难之一是存在的问题可能需要许多年才表现,如果遇到罕见的天气条件、虫害爆发等等,这种显然的“成功”就更短暂了。另一种困难是,一个地方建立人工生态系统的经验很难应用到其他地方。

建议

- 恢复的植被在成熟后应该在结构和功能上与指定地区的当地植被相同。这就要求恢复与天然生态系统近似的物种组成。
- 恢复后的植被必须要具备具有充分代表性的各个林层。这些林层可以包括灌木和竹丛层,草本植物和苔藓层,以及落叶层。



- 在原始生态系统已经彻底被改变的地方,可以根据现有信息推断出适宜的顶极植被类型。
- 人工生态系统不具有天然顶极植被所能提供的所有环境效益和安全保障。它们可能具有研究价值,但不应作为恢复植被的主要依靠对象。

3. 用植被覆盖裸露地表

没有植被覆盖的最严重退化的土地是导致大量土壤流失,继而造成水灾(附件A.1.3)和蓄水量减少(附件A.1.1),以及流沙(附件A.1.7)的原因之一。这些土地需要采取紧急措施来恢复植被覆盖。

大多数情况下不可能直接将裸露的土地恢复为顶极植被。首先需要利用建群或先锋植物来稳定和覆盖地表。其在热带地区可以是生长迅速的树木,如血桐属 *Macaranga*。而在温带地区则可能是草和灌木,尽管先锋树种(如松树和桦树)在演替的相当早期可能建立起来。

在沙漠绿洲和半干旱地区,农田防护林网也有助于控制沙暴,缓和当地的气候和防止盐碱化。在干旱地区这样的森林有助于农业持续获得高产。在中国东北广泛地营造农田防护林带(3~10m)、网(150~180亩)。它们可以稳定森林生长的条件,同时减少农场和森林之间的土地和水资源冲突,表现出与大型林带(20~22m)、网(750亩)同样的特点。与沙漠和风蚀地毗连的土地,最可能受到移动沙丘和沙暴的破坏。而这些地区的森林带则起到了保护作用。在乌兰布和沙漠北部边缘、甘肃走廊绿洲边缘、柴达木盆地以及新疆维吾尔自治区建造的大规模风沙防护林,起到了保护绿洲和控制移动沙丘的作用。

其他沙漠和半沙漠地区很难恢复植被。但是通常在沙下有土壤沉积和低位地下水。这种条件适合极耐旱的灌木和草本植物生长。通过封闭草地来恢复天然植被,是保护绿洲和改善沙质地区环境条件的重要措施^[15]。

全国各地由于山崩、沟蚀和工程建设会使土地裸露。这些根本没有植被覆盖的小地区是当地土壤流失以及水系中土壤沉积的重要原因。应该制订专门的计划来治理这些裸地。

某些情况下必须采取工程建设方法来稳定地表。当地必须要有施工队及时处理这些工作。任何情况的裸露区域都应该马上播种,建立植被覆盖。

当地野外有理想的种子。当地生物学家应该研究植物在裸地的自然建群模式,以便遵循自然演替过程来加以治理。应该采集当地的草种和灌木种子用于治理这类裸地。有时甚至学校的孩子也可以组织起来参加这样的种子采集工作。

治理裸地的理想植物是生长迅速的本地杂草,尤其是那些植根于疏松石质土壤中,底层结合在一起的植物。形成草皮的草、匍匐植物(悬钩子 *Rubus*)以及建群灌木(接骨木 *Sambucus* 和醉鱼草 *Buddleia*)是中国大部分温带地区极好的植被覆盖。通常农田的入侵性杂草是最成功的建群种类,可以很快在裸露地表最先形成植被。

建 议

- 中国应该制订关于紧急治理裸地的条例,这包括山崩、侵蚀沟壑或者在工程建设过程中被清除植被的地表。紧急治理包括物理工程处理和适当的植被覆盖。
- 小规模裸地应该立即播种当地建群植物种子。
- 保护性植被网格对于较大面积的裸地是有效的治理方法。合适的天然植被最有可能获得积极的环境效应。



4. 提高异质性, 遵循自然演替途径

由于人类干扰, 中国大部分土地已经从顶极生态系统退化到了各种不同的演替阶段。植物群落的演替是长期的过程。但在人类持续干扰下, 植被始终停留在早期阶段, 甚至进一步退化。例如: 开垦为农田的森林, 在水土流失(附件 A.1.4)和肥力丧失(附件 A.1.5)之后, 可能退化为裸地。

所有天然生态系统都有一定程度和规模的空隙。这是因为小规模干扰模式, 例如树木倒下, 改变了物理条件。林冠打开后, 喜光的树苗才能生长。大部分天然林是各种年龄交错的, 总有发育良好的树苗和补充树层, 以及成熟树木, 这使得森林系统具有自我维持的能力。人工纯林却不是这样, 其土壤易遭受雨水冲刷的影响, 而且丧失了可以调节水文的海绵功能。

建议

- 应该避免单一树种栽培, 重建植被也应该保留一定程度的空隙, 以利于顶极生态系统的形成。
- 森林应该是各种年龄交错的, 唯此才有发育良好的幼树和补充树层。
- 应该保护经济林下的土壤, 以防止雨水冲刷。最好的方法是培育合适的林下层和枯枝落叶层。

框 4. 四川植树造林的得失

7000 多年前四川森林的主要树种是栎 *Quercus*、青冈 *Fagus*、云南松 *Pinus yunnanensis* 以及铁杉 *Tsuga*。20 世纪 40 年代末, 生境严重退化。50 年代后期, 飞播云南松种子和封山育林取得成功。监测显示, 3 年后全部封山育林的裸地植被覆盖率超过 30%, 高度达 50cm^[7]。

然而, 当针叶树长起来后, 却没有及时采取措施使它们按照自然规律演替。地面被难以分解的厚厚的松叶层所覆盖, 地表没有腐殖质。植被覆盖差, 极度干燥, 非常容易发生火灾。加上云南松含有树脂, 更易助长火势。对改善土壤质量和促进营养循环十分重要的土壤无脊椎动物, 以及其他动植物均难以生存。这种云南松林的水分保持和过滤等生态功能非常有限。而如此大规模的人工纯林就相当于“绿色沙漠”, 基本没有生物多样性可言。类似的“绿色沙漠”在中国的许多其他地区也很多。

5. 恢复植被中物种之间的生态交互作用

“生态林”这个术语在中国常常被误用。严格遵循生态进程(包括演替规律)是真正的生态林业的核心部分。其重要标志是“强调自然演替模式和进程: 了解这些模式和进程, 与它们协调一致, 维持它们的完整性, 即使在增加财政支出或带来不方便的情况下也要这么做。”^[8]

天然生态系统的土壤与枯枝落叶层对水分、营养、气体和矿物质的平衡与循环起着重要作用(附件 A.1)。恢复这种平衡是恢复退化土地的基本内容。想要提高森林的海绵效应(附件 A.1.1)需要增加森林中土壤的渗透力。

天然林有富含土壤生物(蚯蚓、跳虫、白蚁、蚂蚁、穴居蜥蜴与哺乳动物等等)的生物区系, 从而增加了土壤层的空气流通, 提高了土壤的渗透性与肥力。此外, 深根和浅根树木



相结合增强了水的渗透力,使其可以浸入到土壤和下层岩石中。经济林地面有时由于土壤板结,可以渗入的水很少,而草本植被可以改善这种情况。农民常清除树下的杂草,因为他们认为杂草会与树木争夺水肥,但是这样做的结果却增加了水土流失。事实上,草本植物对树木的负面影响很小,有些种类,特别是豆类,可以通过固氮作用来增加营养。

发展生态林业需要了解森林中动物所起的多样而复杂的作用,例如作为种子传播者和授粉者,被其他生物所使用的树洞凿洞者,或者控制害虫传播的媒介等。了解不同物种的需要就可以采取简单的森林治理措施,来加速自然再生过程。

朽木与枯枝落叶对森林的功能与恢复非常重要^[9]。森林中的营养循环与能量流动主要依赖于朽木与枯枝落叶。倒木通常含有高比例的碳、氮与磷和矿质元素,如钾、钙、镁与钠。倒木上的菌类可固氮。树木的种子(例如冷杉*Abies*和铁杉*Tsuga*)以及蕨类和苔藓的孢子在腐烂的倒木上得以发芽,倒木也可以为幼苗提供营养和水分,倒木上存在的不利于苗木存活的病原菌要比林地少。许多微生物、无脊椎动物、爬行类、两栖类、鸟类和哺乳类要靠倒木提供隐避处和食物。这将有助于控制森林害虫,并进一步促进生态系统的恢复。人工清除倒木将降低森林的土壤肥力和生态功能。

树木和其他植物没有授粉或传播种子的媒介就不能繁殖和扩散。应该保护野生动物,充分发挥它们作为授粉和种子传播媒介的作用。种子粘在动物的毛皮或羽毛上被传播。一些动物采食果实,种子随粪便得以传播。其他的,例如采食针叶树种子的鸟类,在食物采集期间偶然地传播种子。灵长类、雉类和鸽子用这种方法传播顶极树木的大型果实,热带的果蝠传播大型种子,夜莺和画眉等小型鸟类则传播浆果类小种子。这些都可以显著地加快木质植被的自然扩展。在热带和亚热带地区最重要的种子传播者包括哺乳动物中的果蝠、猕猴、长臂猿和灵猫,鸟类中的拟啄木鸟、犀鸟、采食果实的鸽子、阔嘴鸟、乌鸦、鸛、夜莺、绣眼鸟、噪鹛、鸲、啄花鸟等^[10]。

在离森林边缘几百米的地方为胆小的动物(例如雉类)栽种庇荫覆盖植物,或者如悬钩子*Rubus*和花楸*Sorbus*等生长迅速的食物源,将吸引鸟类走进或飞越开阔地采食,同时留下来自森林的其他种子。幼龄森林缺少树洞,使用设计合适的盒子可以为啄木鸟、猫头鹰、山雀和其他鸟类,以及蝙蝠提供临时巢穴和栖居地,这些鸟可以吃掉大量威胁树木生存的昆虫。

维持森林植被尽可能多的连通性是非常重要的,这样利于野生动植物种群之间的遗传交换,以及帮助物种扩展到新的林区。森林中的物种种类越多,森林在生态上就会越强壮,也就越可能实现自我维持。

建议

- 需要恢复退化土壤的理化和生物学特性,才能恢复其水文和生态功能。通过天然生态系统中固有的全面的生根过程、庇荫作用和营养流动就可以很好地实现这一点。
- 任何植树造林/种草项目都应该使用当地物种,因为当地物种为当地的野生生物提供了必要的果实、可食用的树叶、隐避处和繁殖地。
- 应该彻底了解每个生态系统中植物扩散和授粉的媒介。只要有需要,就应该开展有关天然生态系统的这些过程的研究。
- 腐烂植物(倒木和落叶)为作为食物链重要组成部分的菌类和小动物提供重要的物质基础。不要从正在恢复的生态系统中清除腐朽的林木和植被。



框 5. 物种多样性和保护地区面积的关系

云南西南部西双版纳傣族自治州的傣族村民许多世纪以来一直实行在其村庄周围的“龙山”上保留天然植被的制度。这些龙山的面积为几公顷到数百公顷。另外，现在的低地森林已被分割成块状，大的达 1000 km²。这些森林斑块的面积和隔离程度不同，为研究野生生物种群破碎化效应提供了极好的天然实验地。香港世界野生生物基金会对栖息在 17 处这样的斑块林地中的鸟类群落的研究表明，在许多方面它们类似大洋群岛，大岛上物种较多，较小和更孤立的斑块上种类较少。最大的森林斑块有多达 150 种留鸟，而同时距大森林最近的（约 30km）只有 4 hm² 的森林仅有 50 种。500~1000 hm² 的中等程度隔离的森林斑块约有 100 种鸟。有两个斑块林地的鸟类种数远比按照面积预计的要多得多。一种情况是一片 4hm² 的森林，物种丰富度水平与相邻的大森林一样，因为它们仅由一条 30m 宽的河分隔开。另一个不寻常的斑块与最近的大森林相隔超过 2km，但是有一条蜿蜒的河床相连，沿河床堤岸有一排树木，大都只有一棵树那么宽。这条最狭窄的通道对大多数鸟类完全有效，因此小斑块林地鸟类的丰富度几乎和大得多的相邻森林一样^[11]。

6. 优先保护现有天然生态系统

恢复中国天然植被的最重要步骤是保护那些拥有最高生态完整性的残存生态系统。它们是天然生态系统如何发挥作用的最好范例，也为退化地区植被恢复提供了必须的动植物和微生物的来源。“明智的修补的第一原则是保留全部碎片”^[12]。

富饶的天然栖息地不仅具有最佳的生态功能，而且具有更多的价值，包括提供宝贵的生物多样性产品（附件 A.5.1）和生态旅游的机会（附件 A.5.2），以及防止火灾（附件 A.2.2）和虫害（附件 A.4）传播的天然控制手段。

完整的天然生态系统还在缓和气候（附件 A.2），提供水资源（附件 A.1.2），防洪（附件 A.1.3），以及水力发电等方面发挥着最佳的生态功能（附件 A.6）。

中国现在的自然保护区系统在某种程度上达到了一定的保护目的，但仍然有许多问题。有一些生态系统没有被充分纳入自然保护区系统（例如低地沿海平原的落叶林）。其他的生态系统名义上得到了保护，但仍在遭受不间断地开发和破坏。

应该系统地规划中国的保护区系统，使其覆盖所有类型的天然植被。还需要加强对这个系统的管理，确保生态系统的完整性和并使其功能得到保持和恢复。真正的自然保护区不应该是狩猎、捕鱼、采集、采伐或放牧的地方。未受干扰的溪流和江河对于周围生态系统的功能也很重要。

建 议

- 确保自然保护区充分代表了所有生态系统类型。
- 确保保护区管理的目的是保护生物多样性。自然保护包括防止陆地和水生生境受到破坏，禁止采集野生物种。这要求全面提高大众的自然保护意识和能力。

7. 通过封山育林育草扩展天然生态系统

“自然恢复”就是无需人工协助，只是依靠自然演替来恢复已退化的生态系统。封山育



林是自然恢复的典型方法。封闭森林或草原不受人类活动的影响,就能加强自然更新。例如完全封闭,或者实行轮作制度来限制放牧,或按照土地的承载能力控制放牧强度^[22]。

封闭退化森林有以下优点:缩短实现森林覆盖所需的时间,保护珍稀物种和增加森林的稳定性。在封闭条件下,中国南部森林可在8~10年后恢复,中国北部和西南高山区要10~15年。

自然条件优裕的亚热带地区,在人类停止干扰后,中度退化的生态系统可以很快恢复到地带性顶极天然植被。

让森林自然再生还有投资小、效益高的优点。人工造林每公顷的费用通常高于封山育林的费用;然而在保持水土、控制和改善微气候、保护生物多样性和维持大气平衡方面,人工林要比封闭森林逊色得多。

封山育林的工作应该有县级(林业部门)、乡镇级(林场)和村级参加。应该在广泛的调查研究基础上制定规划。

在恢复植被和生态保持方面,重要的是要建立更多自然保护区,在重点地区严格贯彻保护措施。例如海岸带(附件A.2.3)、江河源头地区(高山湖泊和溪流)、具保水海绵功效的森林地带(森林的核心地区)和饮用水水源区(水库)等^{[14]、[15]}。

并不总是需要建造围栏来封闭土地,但需要建立法规来严格禁止采伐、樵采、焚烧植被和放牧家畜。有蹄类动物踏出的小径会发展成侵蚀沟壑,使表层土壤松散,大雨时则会被冲走。有蹄类动物还可能吃掉幼树和其他植物,阻止其再生。这样的动物应该限制在牧场或围场中。有些时候可以允许在封闭森林中有控制地采割牧草作为饲料。

框6. 香港人工的和天然的森林恢复

自19世纪,纯粹为了保护,香港已经开始着手恢复森林。人们试验了各种造林方法,包括直接播种、种植裸根幼苗和(最近50年的)容器栽培幼苗等。尽管有如此悠久的历史,造林也只获得了有限的成效。1942~1945年日本人占领期间,大多数香港植被被砍伐作为燃料^[16]。1945年以来已经种植了数以千万株的树木(主要是外来物种),但是效果理想。到现在也只有大约62 km²的人工林(占总土地面积的5.8%)^[17]。香港大部分人工林是单种栽培,因为实施不适当的管理措施,例如除草(特别在幼龄人工林中),极大地障碍了当地树种恢复^[18]。

同时,由于越来越富足和向城市经济转变,对香港野生资源的压力已经减小。由于采取了防止火灾和其他干扰的措施,植被已经开始自然再生。因此,现在的大多数森林植被是由30~50年自然产生的次生林组成。这些次生林以最近才开始大量种植的润楠(*Machilus*)为主^[19]。

让人们接受并且不妨碍森林封闭是极其困难的。当地社区应该组织起来成立森林守护队,并支付他们报酬来确保规章得到遵循。报酬应该与所取得的成就相关联,使生态系统保护做得出色的社区获得应得的报偿。作为国家总体共享的巨大效益的一部分,应该返回给这些社区。

封山之后植被、物种多样性和地表生物量都会明显增加。树木的自然再生对森林的恢复也很重要。灌木和矮灌木林生态系统中时常散生着树木或幼苗,在被保护条件下将逐渐成熟。



自然再生的森林区域,通常有多物种组份和由林冠层、林下灌木层和草本层组成的垂直结构。它们通常有大量朽木和枯枝落叶,这有利于改善林地条件,并促进其进一步恢复。

草原对封闭的反应也很好。封闭后3年,退化草地上的地表生物量可以加倍^[20]。生物量和植物种类增加,物种组成也向适合于生境的方向发展^[21]。

建议

- 自然更新是最有力和最经济的恢复天然生态系统方法。封山育林育草应该是恢复植被的主要方法。
- 封山育林的工作应该有县级(林业部门)、乡镇级(林场)和村级的参与。应该在广泛调查的基础上制定规划。
- 需要制定法规严格禁止在封闭区域内采伐、采集木柴、焚烧植被和放牧。
- 当地社区应该组织森林守护队,支付他们报酬来确保封闭区域的规章得到遵守。

框7. 关于中国“退耕还林还草”工程的建议

“退耕还林还草”是中国西部大开发战略计划的重要措施。中国西部的主要自然景观由4个主要高原和山区组成。为了充分贯彻这个目标,提出了以下政策建议:

- 需要制定总体规划来决定在哪里种植,使用什么物种或品种(包括栽培、收获和利用)。这项规划的制定要有草原、森林和生态学方面的专家和技术人员,以及来自草原和森林主管部门的官员参加。
- 在鼓励农民将陡坡地转变为树林或草地的项目中,需要确保新的自然景观在功能上大部分是“生态的”。这将需要政府支付更长时间和更高水平的补偿或者使用更多的方法吸收农村劳动力到其他行业中。目前政府部门保留在“基础设施建设”或支付食物的预算太多,但现金补偿不足。应该为退耕的农民提供新的和更好的机会。用封山育林方法来恢复植被的农民也应该得到相同的补偿。
- 建立各级“退耕还林还草”专家组,对项目实施人员进行教授和培训必要的技术。搜集利用当地动植物来恢复植被的实用知识,在当地的更大范围推广。
- 应该严禁将天然草地开垦为农田。
- 草地管理必须坚持产草量和家畜数量平衡的原则。把家畜数量限制在草地承载力范围以内。必须恢复退化的草地。土地封闭的期限应该由当地草原主管机构的官员来确定。
- 如果没有周密的考虑,不应在干旱或半干旱地区大规模地植树。不要设置不可能实现的限额、目标或搞形式主义。

8. 采用适当的措施加速自然更新

除了依靠自然力量恢复生态系统以外,在以下几种情况下,还可以采取人工辅助措施,以加速自然更新。1) 严重退化的生态系统的自然恢复会花很长时间; 2) 严重退化的生态系统自然发展过程中时常偏离典型的天然生态系统的方向(偏离演替); 3) 在特殊情况下,例如荒地受重金属污染或土壤酸碱度改变的影响,如果没有人的参与,自然恢复是非常困难的; 4) 自然演替序列的一些组成物种可能已经不存在了。

在确定所在地的顶极植被和从建群到形成顶极植被所需的自然演替阶段之后,重要的是



确定那些限制植被恢复的因素。这可能是土壤条件,植物或动物建群,或物种之间互相限制的关系^[22]。

有些情况,改善退化生态系统土壤的理化性质对于生态系统的恢复是非常重要的。如土壤的PH值太高可以用有机物质或硫化废物进行改善;PH值太低就可用石灰进行改善;土壤的重金属含量太高,可以用有机肥通过吸附作用加以改良;土壤盐分太高,可以采取灌溉的方法对土壤进行改善。

各种生态系统需要不同的营养元素。在营养缺乏的情况下,恢复退化生态系统非常困难。直接使用化肥来增加营养元素,可能花费过高并且需要年复一年地做;而人工肥料也无法恢复健康的土壤。最有效和最实际的方法是种植豆类植物,通过固氮作用来增加营养。另一种方法是使用有机肥料,增加土壤微生物的活性,逐渐恢复退化土壤的含磷量^[23]。

对于退化生态系统,原始的植物种类和与之相协调的动物种类已经失去,重要的人工手段就是改善种源条件。这可以采取多种方法。飞播种子常用于亚热带地区。穴栽当地的某些先锋树种的幼苗也非常有效。

要将退化生态系统恢复成为各种顶极生态系统,有时需要顶极群落的树种,但是有时必须首选中间树种。如果植被处在早期演替阶段,可能需要建群植物和先锋树种,不过需要因地制宜。先锋树种一般生长在开阔地,而后期演替阶段的种类则需要遮光。

没有人工协助不会建立或发芽的树种,尤其那些具有重要作用的物种,是主要栽培对象。然而苗圃培育必须要掌握好时机,培育一定数量的当年能采集到的树种幼苗。例如青冈栎只能周期性结出饱满的“坚果”。有些种类最好采集森林地面上的野生苗,而不是人工从种子培育幼苗。树苗应该栽培在混合有少量来自种子采集地的森林土壤中,确保可以得到合适的菌根。培育越多种类的原始森林组成物种就越好。物种种类越复杂,就越能获得更强壮和更健康的生态系统,降低病虫害风险,减少今后对人类干预的依赖。

根据不同的土壤条件,实际工作中采取的措施也要改变。有时种子可以直接播种,有时需要首先改善土壤。改善种源条件也包括动物方面。一个健康的生态系统,应该包括各种动物区系。大部分动物可以移动,因此不需要人工帮助,但是有些动物种类,如蚯蚓,移动距离有限,引殖它们具有重要的生态学意义。

为了促进一些种类的健康生长、发育和繁殖,可能需要抑制其他一些种类的生长和发育。在有浓密草地的地方,很难看到有自然生长的树木。不管目标是什么,抑制措施在实践中可以时常使用。最典型的实例是在森林恢复过程中进行常规栽培。在退化生态系统的自然恢复初期,人工培育可以促进再生和恢复。

在温带竹林十分茂密的地区,有必要人工割除一些竹子,形成条带或空洞,间种幼树。在树木没有周围竹子高以前,要求人工清除树木周围的竹子,防止树木被窒息。

密植树木可以控制草层的发育。这意味着在把树苗栽植到野外以前,需要更长的培育时间。在热带地区,可以在雨季开始的时候,在土壤中扦插或栽植1~2m高的生长快速的树种树苗。

一些树种需要开阔的草层,树苗才能存活。另外一些树种在树苗存活以前需要一定的遮光层。

风是自然界传播先锋植物和一些顶极树种(例如针叶树、槭树 *Acer*、杨树 *Populus* 等)种子,在裸露地区恢复森林的强大力量。在缺乏这些风传播的树种的地区,可以在目的地沿