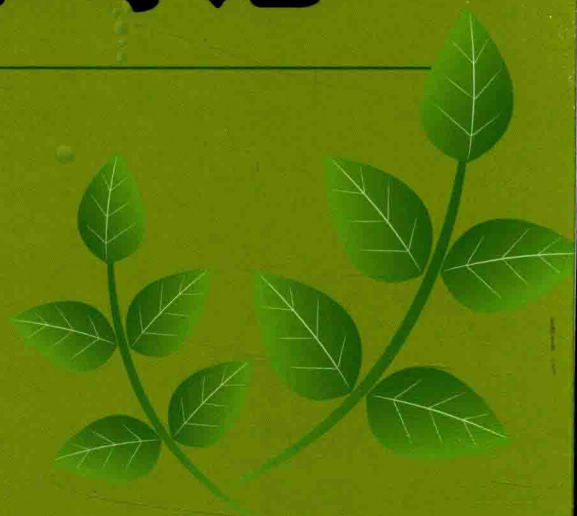


# 生态修复学导论

刘俊国 安德鲁·克莱尔 著

第 1 卷



科学出版社

# 生态修复学导论

刘俊国 安德鲁·克莱尔 著

科学出版社

## 内 容 简 介

生态修复是全球关注的热点学科和重点产业。实施生态修复工程,增强生态系统服务功能,已经成为我国实现生态文明建设的重要途径。本书将生态修复学作为一门学科,在介绍生态修复理论知识的基础上,重点回答如何度量生态系统的受损程度,如何制定生态修复目标,怎样去构思、筹备、启动和管理生态修复项目,如何实施和评估生态修复项目等问题。除此之外,本书还提供了国内外典型的生态修复案例,以帮助读者更好的理解生态修复。

本书可作为生态学、水文学、环境科学、自然保护学领域的科研人员、研究生和本科生的参考书,对于关注生态修复的政策制定者、政府工作人员、景观设计师、企业人士、认证机构人员以及公众也具有参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

生态修复学导论 / 刘俊国, (美) 安德鲁·克莱尔 (Andre Clewell) 著. —北京: 科学出版社, 2017.11

ISBN 978-7-03-055137-5

I. ①生… II. ①刘… ②安… III. ①生态恢复 IV. ①X171.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 269480 号

责任编辑: 韦 沁 / 责任校对: 张小霞

责任印制: 张 伟 / 封面设计: 北京东方人华科技有限公司

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017 年 11 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2017 年 11 月第一次印刷 印张: 11

字数: 264 000

定价: 89.00 元

(如有印刷质量问题, 我社负责调换)

## 序

很荣幸由我来介绍这本书。这是一本关于生态恢复和生态修复的书。在中文语境中，“生态修复”比“生态恢复”具有更广泛的适用性。据我所知，这本书是生态修复领域世界上第一本中英文同时出版的书。这些年来我一直关注着中国所取得的辉煌成就和高度繁荣。一个原因是我出生在上海；另一个原因是我既是中国科学院外籍院士，也是《中国植物志》英文修订版的外方主编。《中国植物志》英文修订版对《中国植物志》中文版进行了全面修订，并译成英文，现已全部出版完成。

自12000年前农业出现以来，全球人口已经从100万增长到了74亿，人类活动已经导致了自然生态系统退化和数十万物种灭绝。地球上大约三分之一的土地被用于发展农耕和畜牧业。然而，在通常情况下，这些生产活动最终会把当地的自然资源消耗殆尽。半个世纪前，美国生态学家丹尼尔·詹曾强调，世界是一个花园，我们都是园丁。

可以通过修复贫瘠地区的自然条件和开垦更多的耕地来提高粮食和其他商品的产量，从而不断增进人类福祉。在自然区域中合理发展农业不仅可以维持生态系统的完整性，也有利于农业的发展。例如，自然区域能为农田提供传粉昆虫和害虫天敌；自然区域能抑制土壤侵蚀和洪水泛滥；自然区域能调控当地水资源的循环利用。人类应抓住各种机会保护自然区域中的优美景观，并努力让这样优美的自然区域处处可见，同时在自然区域中注意合理发展农业。生态修复可以减缓气候变化带来的影响。人类可以通过修复退化的森林和其他生态系统来减缓地球温度上升的趋势。自然界不仅能吸收二氧化碳，还能有效地反射太阳光并将太阳光携带的热量反射回宇宙。

人类当前的发展方式急需改变，但改变的效果可能不尽如人意。全球足迹网络（[www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org)）估算出，人类正在使用的资源超过了地球可供能力的64%。人类必须构建一个新的可持续发展的地球系统，在这个系统中，各个部分相互协调、共同运作，然后无限期运行下去。让人类陷入这种不幸状况的原因是全球消费水平的提高，并且每个国家消费水平的提高幅度大不相同，一些国家正在消耗其他国家的生产力。由于消费水平的提高而导致环境被破坏的问题急需解决，这也是生态修复的目的所在。环境问题常常被认为是人类贪欲的结果。1930年左右世界上开始出现一些关于生态修复的条例。当时全球人口增长到了20

亿，自然区域开始以惊人的速度消失。澳大利亚和美国几乎同时出现了开展生态修复工作的设想，但最初仅有博物学家进行相关工作，他们默默无闻地工作。在接下来的八十年里，世界人口几乎翻了两番，这使许多生态系统遭到了毁灭性的破坏，因此就更加有必要开展生态系统的修复工作。正是出于这些原因，1975年左右，世界上一些国家开始意识到要把生态修复与资源管理计划结合。到了2000年，大学开始把恢复生态学作为生态学的一个重要分支。于是生态修复就这样逐渐引起了公众的注意，生态修复也被认为是人类为了应对自然区域不断消失的现状的一个积极的响应。

今天，生态修复被认为是发展经济和增进人民福祉的有效方法之一，人类要为之不断努力。联合国和其他国际组织正在不断呼吁恢复全球范围内已经退化的土地，中国也在付诸行动。

就我个人而言，作为一位植物学家和自然保护者，令我欣喜的是修复后的区域可以为许多植物和动物提供赖以生存的场所，从而避免它们灭绝。全球气候变化加大了管理自然区域的难度。生态修复一定会给人们创造适合娱乐和欣赏自然的场所。同时，修复后的区域可以因为发展生态旅游获得巨大的经济效益。例如，生态游客从远方来欣赏大熊猫，并以相对环境友好的方式欣赏大自然。

中国在保护自然和恢复自然方面作出了实质性的贡献。通过这样做，中国不仅保持了经济的持续增长，也实现了环境的改善。本书有助于中国和其他国家地区更好地开展生态修复工作。本书为学习生态修复项目管理提供了循序渐进的指导。生态修复学科的快速发展让几乎所有的土地管理者出乎意料。本书将帮助管理者去适应生态修复不断发展的新常态。

无论你在世界上的什么地方从事生态修复工作，生态修复的原理是共通的。在中国行得通的方法也将会在其他地方行得通。现在世界各国正面临向可持续发展模式转型的紧迫任务，所以还有很多需要学习的地方，特别要学会一起合作。再怎么强调生态修复工作的重要性都不为过，如果不认真开展这项工作，人类文明仍处于危险之中，而且这个风险远超过我们的想象。

美国国家科学院院士 中国科学院外籍院士  
美国科学促进会前主席 美国密苏里植物园名誉园长

彼得·雷文

## 前 言

如何构思、筹备、启动和管理一个生态修复项目？如何度量生态系统的受损程度？如果不开展生态修复，大自然的力量能否使遭到破坏的生态系统迅速地恢复？如何制定生态修复项目的目标？应采取什么样的修复策略？如何布局一个生态修复项目？从业人员需要具备什么样的职业素养？如何评估生态系统何时会被修复完好？生态修复项目会给当地居民和其他利益相关者带来什么样的影响？被修复的生态系统又是否有助于发展区域经济和提高人民福祉？本书将重点围绕以上问题展开论述，为您提供答案。

如果您是一位区域规划师，您在规划的过程中会如何权衡生态修复？如果您是一位在政府部门统筹自然资源的管理者，您在工作的过程中会如何评估一个生态修复项目的提案？如果您是一位项目人员，您所在的项目部会如何开展生态修复项目？如果您是一位公共政策的制定者，您会如何努力推进生态修复并以此引领当地经济更健康地发展？如果您是一位环境部门的督察员，您会如何评估生态修复项目的提案并推动项目顺利进行？如果您作为监理方与政府部门共同监督某个大型生态修复项目，您做好长期扎根于项目的准备了吗？如果您是一位对自然资源管理、规划和政策等方面感兴趣的学生，您会学习哪些生态修复知识来更好地规划您的职业生涯？

本书不仅为解决以上问题提供了基本的思路，还回答了许多生态修复项目中常见的项目管理和技术管理问题。但是我们不会回答太多细节问题，因为在您以后的工作实践中，您会得到这些细节问题的答案。除此之外，本书还会介绍您需要了解的生态修复的入门知识，以帮助您进一步理解生态修复的重要性。本书也回答了怎样去构思、筹备、管理、实施和评估生态修复项目等问题。希望本书可以给您信心，并帮助您在参与生态修复项目的过程中做出明智的决定。

读懂本书不需要您有如同生态学家一样的丰富经验和知识储备；但如果您学习过相关基础知识，在自然资源管理方面具备了一定的经验，并且对自然史感兴趣，对您阅读本书大有裨益。我们尽量不使用难以理解的生态学理论和晦涩难懂的术语。相反，我们尽量采用浅显易懂的方式为您介绍生态修复的入门知识。本书主要从应用研究的角度讲解生态修复，而不是从理论研究的角度探究生态修复。如果对生态修复的理论研究感兴趣，还可以阅读 Palmer 等（2016）的著作。

如果您已经是一位生态修复的从业者，并且了解一些生态修复的技术，那么

本书会帮助您把您的事业从生态修复的技术领域扩展到生态修复的管理领域。本书会让您知晓管理者和政策制定者在开展生态修复项目中必须考虑的问题。从事生态修复是令人着迷的，因为从事该工作既需要学习许多自然科学知识，也需要学习一些社会科学知识，更需要将二者结合运用。大多数学科的研究方向侧重于对某一问题进行深入研究。生态修复却恰恰相反，它需要综合运用不同的学科知识，并将一些看似不相关的信息和活动进行整合，因此它注重知识的广度。生态修复力图恢复受损自然生态系统的完整性，并在修复的过程中让自然过程起主导作用，最后惠泽民众、支撑经济发展。有时生态修复会让生态系统恢复到退化前的状态，使生态系统看似从未退化过，这种情况既可以称为生态恢复，也可以称为生态修复。

本书由五个部分构成。第一部分介绍了生态修复的价值与准则。第二部分和第三部分介绍了小型生态修复项目的筹备过程、相关概念和管理方式。第四部分介绍了大型生态修复项目，尤其是那些为了解决重大社会经济发展问题而开展的生态修复项目。在这种情况下，自然区域和被开发的土地被视为是一种具有经济价值的资本，类似于金融资本 (Aronson *et al.*, 2007; TEEB, 2010)。第五部分给出了一些具体案例，这样可以更好地理解本书前四部分的内容。当本书前四部分涉及到具体案例的时候，读者可以先翻阅本书第五部分的相关内容。

已经非常熟悉这门学科的读者将会理解我们在本书大量使用“修复”一词而不是“恢复”一词。不仅因为“修复”一词在全世界使用得很频繁，也因为在“修复”一词远比“恢复”一词具有更广泛的适用性。另外，在中国的大多数地区，由于人口数量激增和土地高密度开发利用，让被破坏的生态系统恢复到原来的状态极为困难，所以目前“修复”一词在中国使用得更频繁。本书第一章会对这两个术语进行区分。

生态修复项目管理是本书的重点内容。Clewell 和 Aronson (2008, 2013) 之前编写的生态修复项目书籍主要侧重于技术方面。读者可翻阅他们之前编写的书从而了解生态修复的技术和理论方面的问题，也可以从中了解到世界上一些国家和地区开展的生态修复项目等内容。本书中，我们有意地减少了二次文献的引用，这对一个项目管理者来说是至关重要的。本书也汇总了大量的专业词汇，详见术语表。

中国和其他大多数国家一样都已经意识到开展生态修复的重要性，也意识到生态修复能创造财富。然而，当前很多国家都需要不断发展经济。气候变化是大众关注的重要议题之一，实现可持续发展极具挑战，我们必须学会尊重自然从而确保我们能呼吸到新鲜的空气、饮用到干净的淡水。中国也正和其他国家一样在不断适应新情况 (Sukhdev, 2012)。研究机构和政府部门正在为这次重大的变革付诸行动，而这个重大的变革产生的效果至少需要经历一代人的时间才能得以体

现出来。本书的一个目标是让自然保护者发现他们正处在重大变革的最前沿，另一个目标是告诫我们需要充分尊重自然。

我们正处在一个巨大变革的时代，新一代的管理者需要有足够的勇气不断迎头向前。罗伯特·卡宾（Cabin, 2011, 2013）的两本书为经验不足的年轻的理论生态学家提供了一些个人经验，而这些经验也是当前中国年轻的专业人员可以借鉴的。卡宾刚开始在夏威夷的环保部门工作，工作后不久他就意识到自己专业知识的不足和所在的工作岗位让他无法应对很多实际问题。通过 Yin 和 Yin（2010）对中国当前的政治形势和学科设置的分析，我们可以判断出中国目前的情况与罗伯特·卡宾在夏威夷环保部门工作时所面临的情况非常相似。卡宾的书给需要面对不同情况的管理者提供了心理慰藉和指引。美国林业局的吉姆·佛尼斯（Furnish, 2015）直言不讳地向公众宣传林业管理方式需由传统方式转变为对森林进行保护与修复。我们也希望读者能熟知卡宾和佛尼斯的经历，他们二人的经历证明了非凡的勇气会带领我们走向更加美好的明天。希望我们能团结起来并朝着这个方向前进。

本书得到了国家杰出青年科学基金（41625001）的大力资助，同时也得到了广东省高水平理工科大学专项资金（G01296001）和北京市科委“永定河生态构建与修复技术研究及示范项目（D09040900400000）”的部分资助。感谢管英杰完成了初稿翻译工作，感谢肖协文、李晓帆和黄荣芃整理了书中的一些图表和协助了初稿翻译工作，以及赵金陵博士对本书语言的润色。



# 目 录

序  
前言

## 第一部分 生态修复的价值与准则

第一章	生态修复的必要性	3
第二章	自然服务	8
第三章	生态修复的价值实现	14
第四章	生态系统	19
第五章	生态系统的破坏与修复	24
第六章	生态特征	30
第七章	生态特征的恢复	41
第八章	修复与热力学	45

## 第二部分 生态修复项目准备

第九章	项目角色	49
第十章	项目可行性与场地边界	58
第十一章	利益相关方	62
第十二章	生态修复项目的目标	65
第十三章	基准库存	70
第十四章	参照模型	73

## 第三部分 生态修复项目实施

第十五章	项目设计策略与规划	79
第十六章	生物库存	86
第十七章	项目的管理与实施	92
第十八章	项目后期维护、监测、报告与管理	97
第十九章	公共关系	101

## 第四部分 大型生态修复项目

第二十章 景观修复.....	105
第二十一章 中国大型生态修复项目.....	110
第二十二章 修复自然资本.....	116

## 第五部分 历史案例

第二十三章 中国生态修复典型案例.....	123
第二十四章 国外生态修复典型案例.....	132
参考文献.....	139
附录1 委托方、项目负责人、项目总监、项目经理及联络人员任务清单.....	145
附录2 生态修复的执行标准.....	150
附录3 中国对“森林-水”相互关系的争论.....	155
术语表.....	157
作者简介.....	163

## 第一部分 生态修复的价值与准则

本部分的第一章至第三章阐述了修复受损生态系统的重要性以及修复生态系统能实现的价值。生态修复是一门应用科学，人们可能会认为生态修复只与保护自然资源相关，或生态修复属于某一个学科方向。其实，修复生态系统可以实现个人价值，可以促进文化价值发展，也可以实现社会经济价值。本书将阐述这些价值。

接下来的第四章至第七章将介绍生态学基础知识，以帮助认知生态修复背后的科学。这些章节将介绍生态系统的构成，讨论生态系统受损的后果。特别指出的是，这些章节将着眼于各种生态系统所共有的生态特征，并介绍生态系统遭到破坏的过程中生态特征的变化，也会简短地阐述生态修复与物理学的关系，特别是从热力学方面进行概述总结。第八章将论述生态修复需具有扎实的科学基础。开展生态修复也是为了实现人类价值，它已经远远超出了自然科学的领域。



## 第一章 生态修复的必要性

在地势高耸的青藏高原上，流淌着世界上著名的三大河流——黄河、长江和澜沧江（在下游地区被称为湄公河，图 1.1）。它们为中国和东南亚地区提供了丰富的淡水资源，沿线数十亿人的生活以及工农业产品的生产都依靠它们。没有这些河流，沿河社会经济和文化难以发展。河流对人类至关重要。

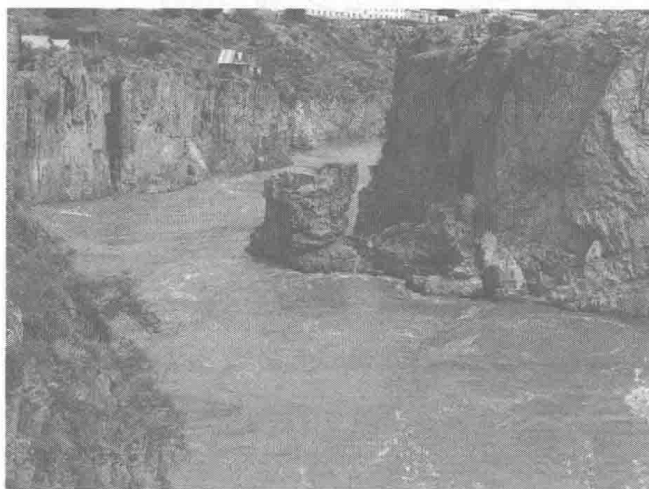


图 1.1 澜沧江（下游称为湄公河）河段

此河段位于青藏高原腹地、青海省南部的三江源地域。三江源代表三条河流的发源地。这三条河流分别是长江、黄河和澜沧江（据刘学敏）

大多数河流中的水来源于降水或冰川融水。降水和冰川融水通过广阔的山地汇流形成地表径流。自然植被能截留部分降水，还能减缓地表径流流入河流的速度。在丰水期，植被的这种缓冲作用一定程度上降低了下游地区的洪水威胁；在枯水期，植被的缓冲作用又在一定程度上维持了河流的基流量，从而避免河流断流。在自然生态系统中，植被和土壤发挥了过滤作用，它们能去除径流携带的悬浮颗粒物以及过量的营养物质，确保干净的水进入河流。

如果能有效地保护这些位于河流源头的自然生态系统，就能获得充足的、清洁的水资源。从山地流淌来的水是非常重要的，它能稀释由于农业、工业和城市生活而遭受污染的下游水体。当人类破坏了其赖以生存的生态系统对水体的调控作用，人类就会遭受洪水灾害、持久干旱、水体污染和工农业产品产量下降等不

良后果。通过修复受损的生态系统可以阻止生态退化，并避免生态退化带来的不良后果，从而获得充足的清洁用水。世界人口急剧增长已经造成了生态超载，人类已不能对生态环境的恶化无动于衷。因此，必须着手修复退化的生态系统，才能有效遏制生态环境进一步恶化的趋势。生态修复工作不能仅仅局限于某个流域或某个流域中的一条河流，必须考虑“整体与部分”的关系。也就是说，在治理某个流域或某个流域的一条河流的过程中，也要考虑到其所属的自然区域以及该区域中人类赖以生存的其他自然资源。

需要明确的是，被修复的生态系统在短时间内甚至很长的一段时间内很难恢复到原来的状态。人类需要土地来发展工农业，需要土地来建设基础设施，等等。因此必须考虑需要修复多少土地才能满足经济发展的需求；必须考虑这些生态修复项目应优先在哪些地方开展，才能最大程度地保障居民的幸福生活。考虑这些生态系统要修复到什么样的程度，才能重新为人类提供自然服务，如保护人类免遭潜在的洪水威胁的自然服务。

当考虑这些问题的时候，必须认识到这些自然服务（如保护人类免遭洪水威胁）是自然生态系统无偿提供的，获得这些自然服务不需要花费额外的成本。此外，完整无损的自然生态系统往往可以自给自足，或仅需要简单的管理而不需要昂贵的维护成本。简而言之，自然生态系统是人类赖以生存和发展的基础和保障，它是人类最好的利益伙伴，因此人类应该尽全力来保护它。努力使退化的生态系统恢复到原来的状态，人类自身和社会经济的发展都将受益无穷。人类依赖自然服务才能生存（图 1.2）。



图 1.2 人类依赖自然服务生存（据 J. 迪斯彭萨）

自 20 世纪以来，中国和世界其他国家和地区的人口急剧增加。之前，人类似乎有取之不尽、用之不竭的自然资源来满足自身的需求。但是今天，我们不再有这样的奢望。人类活动破坏了世界上几乎所有的生态系统。由于全球人口增长、环境污染、全球气候变化和外来物种入侵等不利影响，世界上现存的自然资源正

在快速地减少。

目前生态修复和自然保护的重要性仍未充分体现出来。很多城市居民目前只是片面地关注其所处的生活环境是否良好、能否维持他们的生活水准。许多农村地区仍未脱贫，生存在农村地区的人们通过破坏自然生态系统来寻找食物和燃料以保障基本生活。这样做预支了子孙后代未来所赖以生存的自然资源。这种问题不仅存在于中国，也存在于世界上的其他地方（Martin *et al.*, 2016）。

中国设立自然保护区，目的是保护自然生态系统，从而逐步解决生态退化问题。保障国家生态安全，就必须恢复大量退化的土地。目前，中国既需要各种各样的自然生态系统，也需要许多的土地以满足人口增长对水资源和其他自然资源以及生存空间的需求。自然保护与生态修复的最根本措施之一是政府先行。习近平总书记近期多次强调河流生态修复工作。在中国，河流生态修复工作早已开始，如第二十三章的案例三——新泾港综合治理项目就是一个典型的例子。社会经济活动将会更多地考虑环境问题，公众教育也会引导人们关注与自身福祉相关的环境问题，管理者也会去学习成为一名优秀的管理人员，以管理好人类赖以生存的自然生态系统。

## 协助生态系统恢复

本书的关注点是：按照自然规律，辅以人工措施，修复受损的生态系统，并使其回到可以提供自然服务的状态，这些自然服务能产生经济效益。生态系统是指在一定的空间内，生物群和非生物环境构成的统一整体。生物群是指生活在一定地区内的所有生物，包括植物、动物、真菌和细菌。非生物环境包括土壤、水、大气，其受到区域地形和气候的影响。生态系统“受损”意味着：人类造成生态系统逐渐退化，人类严重损伤或完全破坏生态系统，在未来只有辅以人工措施才能使生态系统得到恢复。生态“恢复”意味着至少能在一定程度上让受损生态系统的生态功能恢复到受损前的状态。生态系统的恢复程度以“如果停止人工措施，生态系统是否还能持续地为人类提供生态系统服务”为判断标准。

协助生态系统恢复的目的是促使生态系统内的生物群和生物赖以生存的环境回到受损前的状态，并达到人类的期望值。让受损的生态系统恢复到原来的状态是一个很好的科学问题。在自然生态系统内物种与其所处的生态系统一起进化、一起经历了长久的生态时间和地质时间。不同物种间已经形成了复杂的联系，它们共同维持生态系统的稳定性，人类也从这些稳定的生态系统持续地获得自然服务。这种生态系统是自给自足的系统，它并不需要人来维护，除非土地利用方式的改变造成了它周围环境发生了极大的改变。与一个尚未恢复的生态系统相比，一个恢复良好的生态系统可以提供更多、更持久的优质自然服务。将受损的生态系统恢复到何种程度决定了恢复过程中所需要投入的成本和管理方式。如果一个

生态系统能完全恢复，未来就不需要对它进行管理了。但实际情况是，一些现实因素使生态系统完全恢复变得不可能。这些现实因素包括经济、文化、政治、法律或技术等。因此，需要权衡好生态系统所能提供的自然服务与人类所需的自然服务之间的供需关系。最终，权衡结果也将影响生态恢复的程度。

不管生态系统的恢复程度如何，修复生态系统需要一个参照生态系统，用于表征受损的生态系统在受损之前的状态。在未来开展生态修复的时候，参照生态系统可以作为制定修复策略和计划的依据。描述参照生态系统的资料来源包括：针对生态系统受损前的描述和项目场地内可能存在的残迹资料；对其他相似的且未受干扰的生态系统的描述；历史记录和考古记录，区域性描述，与自然环境有关的历史描述和图片；各种各样的古生态证据等等。

协助生态系统恢复是生态系统自我恢复的一种补充。生态修复要尽可能让生物群的生长、繁殖和重组等自然过程起主要作用。与此同时，也要尽可能少地采取人工措施。也就是说，为受损的生态系统提供基本的条件，然后让它自然演化，最后实现恢复。这种策略不仅降低了项目成本，也保证了最终的恢复效果——让受损的生态系统恢复多样性和功能完整性。需要采取什么样的人工措施取决于生态系统的类型和生态系统的受损程度。有时只需要恢复生物群，而不需要恢复生物赖以生存的环境；有时只需要恢复生物赖以生存的环境，而不需要恢复生物群。通常来说，生态修复只需要引入一部分生物或修复生物赖以生存的环境的某些方面。

生态修复是指通过人工措施对一个受损的生态系统进行部分恢复，有时候被称为修复。对一个受损的生态系统进行全面恢复，这通常被称为生态恢复。中国更多地使用“生态修复”这个术语而较少使用“生态恢复”这个术语。通常情况下很难区分修复和恢复，它们很容易被混淆。协助生态系统恢复能否让生态系统完全恢复，以及生态系统的恢复程度如何，只有等到项目完成后才能判断，这部分内容将在第十五章进一步阐述。项目往往只会对生态系统进行部分恢复，生态系统的自我恢复能力往往会自发地使自身逐步恢复到受损前的状态。一个项目被称为修复或恢复并不重要。本书尽可能不使用“生态恢复”这一术语，不仅因为生态修复比生态恢复具有更广泛的适用性，也因为这涉及到生态特征能恢复到什么程度。我们只有在必须使用“生态恢复”这一术语的时候才使用它，例如，我们会在与它有关内容部分和参考文献部分使用它。

国际生态恢复学会（SER）对修复和恢复进行了定义和区分。国际生态恢复学会是一个由来自世界各地的专业成员组成的机构，它致力于协助生态系统恢复的工作。SER（2004）将生态恢复定义为“协助已经退化、受损或被破坏的生态系统回到原来发展轨迹的过程”。同一文件对其做了进一步解释：“判断生态系统是否恢复的标准是在未来没有人类协助的情况下，生态系统中丰富的生物资源



和非生物资源能否继续发展下去。”国际生态恢复学会制定了九项生态特征作为判断恢复何时完成的依据。这些特征可由参照生态系统得出。SER (2004) 又进一步解释到:

修复和恢复都以某一历史时期的生态系统或先前存在的生态系统作为模型或参照,但是二者的目标和采取的策略不同。修复的重点是生态系统过程、生产力和生态系统服务。然而恢复还强调重建之前存在的生物群,即物种组成和群落结构。

国际生态恢复学会编写了《关于生态恢复的入门介绍》(*The SER Primer on Ecological Restoration*),该文件的中文版也可以在国际生态恢复学会的网站 [www.ser.org](http://www.ser.org) 下载。

本书的第四章至第七章将详细介绍一些生态学基础知识,以帮助读者认知生态修复背后的科学。但是,读者首先需要了解生态修复实现了哪些价值,以及这些价值如何在生态修复项目中得以实现。