

国际生态恢复学会关于生态恢复的入门介绍 (primer)

国际生态恢复学会科学政策工作组 (版本 2 : 10 月 , 2004)

第一节 : 综述.....	2
第二节 : 生态恢复的定义.....	5
第四节 : 恢复生态系统的属性.....	5
第四节 : 术语的解释.....	8
第五节 : 参照生态系统.....	13
第六节 : 外来物种.....	14
第七节 : 监控和评估.....	15
第八节 : 恢复计划编制.....	17
第九节 : 恢复实践与恢复生态学之间的关系.....	18
第十节 : 恢复与其他实践活动的关系.....	18
第十一节 : 生态恢复与大项目的协调.....	20

这个文件应该命名为 : 国际生态恢复学会科学政策工作组, 2004。 *国际生态学会关于生态恢复的入门介绍*。

www.ser.org & 图森 (Tucson) : 国际生态恢复学会。

该入门介绍的主要作者是André Clewell (Quincy, FL USA), James Aronson (Montpellier, France), 和 Keith Winterhalder (Sudbury, ON Canada)。Clewell 最初提议入门介绍(Primer) , 并且撰写了最初的草案。Aronson 和 Winterhalder , 与 Clewell 一同合作修改 Primer , 使之成为目前的形式。Winterhalder作为国际生态恢复协会科学政策工作组的主席 , 做了大量的协调工作 , 并邀请其他工作组成员参加。Eric Higgs (Victoria, BC

Canada) 撰写了综述部分。Dennis Martinez (Douglas City, CA USA)的意见书成为本文中人工生态系统相关部分的依据。包括 Richard Hobbs (Murdoch, WA Australia), James Harris (London, UK), Carolina Murcia (Cali, Colombia), and John Rieger (San Diego, CA USA)在内的工作组其他成员在这个工作进行过程中提出了意见和建议。SPWG 感谢国际生态学会理事部前主席Eric Higgs的鼓励，以及把Primer带到了国际生态恢复学会理事部（因为在2002年6月6号一致通过正式采用Primer为国际恢复生态学会的文件）。

这个文件取代了国际生态恢复协会的项目政策。该政策最初发表在*Restoration Ecology* 2(2): 132-133, 1994，随后发布在国际恢复生态协会的网站。这个文件也取代了国际生态恢复协会网站上的项目评估政策。最初发表在*Restoration Ecology* 1(3): 206-207, 1993，上的国际恢复生态协会政策仍然有效。

*第二版的内容和2002年发表的第一版的内容完全一样，除了在生态协会（SER）名字的后面添加了国际（International），添加了图片，重新设计了图形。第二版在印刷物和网站（www.ser.org）上同时发表。

第一节：综述

生态恢复是一个有目的的行动，这个目的就是启动或者促进一个生态系统恢复其健康、完整性和可持续性。通常情况下，需要恢复的是那些因直接或间接的人类活动干扰影响，已经退化、被损害、被转化，或者被完全破坏的生态系统。有些情况下，对生态系统的负面影响是由自然因素引起的；或者自然因素加剧了生态系统受到影响的程度，以至于生态系统不能恢复到干扰前的状态或者历史发展的轨迹上。这些自然因素包括野火、洪水、暴风雨和火山爆发等。

生态恢复试图将一个生态系统恢复到它的历史轨迹上,所以历史发展轨迹中的任一状态都可以是恢复设计的理想起点。由于当前的约束条件和状态可能会使生态系统沿着改变了的轨迹发展,所以恢复的生态系统将来未必能恢复到其以前的状态。已经受到严重影响的历史生态系统的历史轨迹可能很难被精确确定,或者不可能被精确确定。但是,通过结合受损生态系统业已存在的结构、组成和功能的相关知识、与未受干扰生态系统的比较、并借助于区域环境信息、和其他生态的、文化的及历史的参考资料,可以确立历史轨迹的大体方向和边界。这些综合的信息来源使得我们可以依据基础生态数据和预测模型绘制出历史轨迹或者参照状态。并且在恢复过程中,生态轨迹的模拟应该有助于促进生态系统向提高的健康和完整性方向发展。

恢复意味着土地和资源无限的长期投入,所以关于恢复某个生态系统的提议需要深思熟虑。集体决议比单方面的决议更容易被采纳和执行。因此,所有利益相关者有必要通过一致决议来达成开展恢复项目的决定。一旦做出将要恢复某个生态系统的决定,该项目需要编制计划并建立生态系统恢复的监测方法。如果恢复单元是一个相毗连的生态系统组成的复杂景观,计划编制的要求就更加严格。

根据过去干扰的持续时间和强度、塑造景观的人文条件及当前的限制条件和机会的不同,不同项目所采取的恢复措施存在很大的差异。最简单的生态恢复措施是去除或者更改某种特定干扰,从而使生态系统沿着自身正常生态过程而独立恢复。例如,拆除大坝恢复历史上的洪水泛滥期。在更为复杂的情况下,可能还需要慎重地再引入已经消失的本地种,以及尽可能去除或控制有害的外来种。生态系统的退化或转化通常是由多种长期因素引起的,而且组成生态系统的历史要素大部分已丢失。有时,一个退化生态系统的发展轨迹完全被阻止,那么通过自然过程进行恢复似乎要无限期地推迟下去。在这种情况下,生态恢复的目标就是引导或者促进生态系统恢复既定的发展轨迹。

当期望的恢复轨迹实现后,人工操纵下的生态系统就不再需要外界协助来确保其以后的健康和完整性,这种情况下可以认为恢复已经完成。然而,恢复生态系统通常还需要持续的管理来抵制机会种的入侵,抵消人类活动、气候变化和其他不可预测事件的影响。在这一方面,恢复生态系统和同类型的未受损生态系统没有区别,即都可能需要采取一定程度的生态系统管理措施。虽然生态系统恢复和生态系统管理是连续的且两者通常采取相似的干涉措施,但是生态恢复的目的是协助或启动恢复,而生态系统管理是为了维持恢复生态系统处于较好的状态。

某些,特别是处于发展中国家的生态系统仍然以传统的、可持续的技术进行管理。在这些人工生态系统(cultural ecosystem)中,种植活动与生态过程之间具有互利性,即人为活动加强了生态系统的健康和可持续性。由于人口增长和其他多种外在压力,许多人工生态系统需要进行恢复。这种生态系统的恢复通常伴随着当地生态管理实践,包括帮助当地人维持他们当前的语言和文化,把两者作为传统生态知识的活图书馆保留下来。生态恢复鼓励并且可能确实依赖当地人的长期参与。传统文明正在经历前所未有的全球性变化。为了适应这种变化,生态恢复可能认同,甚至鼓励具有文化适应性及可持续性的新政策,这种新政策同时考虑到当前环境中的限制性因素。就这一点而言,北美集中恢复原始景观的实践活动在欧洲和非洲、亚洲、拉丁美洲的大部分地方几乎没有任何参考意义。在欧洲,人文景观是常态;而在非洲、亚洲和拉丁美洲的大部分地方,如果生态恢复不能够明显地强化人类生存的生态基础,那么这种生态恢复就是不可行的。

生态恢复令人振奋的一点是人类实践和生态过程可以相互促进。因此,生态恢复迅速引发全球关注也就不足为奇了。在大多数情况下,文化信仰和习俗可以影响生态恢复的内容和范畴。

下一页提到的定义经过了国际生态恢复协会正式认可，是一个相当普遍和广义的定义，其在彰显“回复 (recovery) ”丰富的历史内涵的同时也能够将各种不同的途径归属于恢复。

第二节：生态恢复的定义

生态恢复是指协助已经退化、损害或者彻底破坏的生态系统回复到原来发展轨迹的过程。

第四节：恢复生态系统的属性

这一节讨论的问题是“回复(recovery)”在生态恢复中的意义。在不需要补充外来资源的情况下，一个生态系统有足够多的生物和非生物资源来维持其继续发展，即认为这样的生态系统已经恢复。恢复完成后的生态系统在结构和功能上都能维持自身发展，而且能够耐受正常范围内的环境压力和干扰，还可以与毗邻的生态系统进行生物、非生物流动及文化交流。

以下列出的九个属性为决定何时恢复已经完成提供了依据。但是一个生态系统恢复的完成并不意味着所有这些特征的完全表达。相反，这些属性的唯一必要性是用来证明恢复中的生态系统沿着适当的轨迹向既定目标或参考系统发展。一些属性很容易测定，另外一些属性必须间接估定（包括大部分生态系统功能），不通过一定的研究难以确定它们，而大多数恢复项目没有能力和预算进行这些研究工作。

1

恢复生态系统包括了特定物种典型特征集合,这些物种存在于参照生态系统中且构成适当的群落结构。

2

恢复生态系统在最大程度上由本地物种组成。在已经恢复的人工生态系统中,允许外来驯化物种和非入侵杂草的存在。入侵性杂草对生态系统构成威胁,而非入侵性杂草与谷类作物长期协同进化,是生态系统的组成部分。

3

恢复生态系统具有维持可持续发展或者稳定所必需的所有功能群。如果某些功能群缺失,这些缺失的功能群具有通过自然过程来定居的潜力。

4

恢复生态系统的自然环境能够保证其物种的种群繁衍,正常的种群繁衍是恢复生态系统沿着既定轨迹发展或维持稳定所必需的。

5

在其生态发展阶段,恢复生态系统功能明显正常,没有功能紊乱的迹象。

6

恢复生态系统能够适当地整合到一个大的生态景观中,并与其通过生物流、非生物流及物质交换相互作用。

7

周围景观中影响恢复生态系统健康和完整性的潜在威胁已经消失,或者已经被尽可能地降低。

8

恢复生态系统具有足够的弹性来承受周围环境中正常的周期性压力,以维持生态系统的完整性。

9

恢复生态系统拥有与其参照生态系统相同水平的自我维持能力,且具有在现有环境条件下无限期的存在下去的潜力。然而,作为正常生态系统发展的一部分,恢复生态系统的生物多样性、结构和功能可能会发生改变,并且随着正常周期性压力和产生更为严重后果的偶然干扰而波动。与任何未受干扰的生态系统一样,恢复生态系统的物种组成和其它属性可能随着环境条件的变化而进化发展。

如果其它相关属性是恢复项目的目标,那么也应该将其添加到这个列表中。例如,某个恢复目标可能是以可持续的方式为社会提供特定的天然产品和服务。从这一方面来说,恢复生态系统是获取这些产品和服务的投资(作为一种自然资本)。另一个目标可能是恢复生态系统为珍稀物种提供栖息地,或者为选定物种保存基因库。其他可能的目标还包括提供美学享受或调节融和社会关系(如通过个人参与恢复项目来加强社区的凝聚力)。

第四节：术语的解释

整个文件贯穿了各种技术性术语。有些术语对于非生态学家来说可能并不熟悉，而另外些术语在不同的用法上有不同的含义。为了减少潜在的误解，以下对关键术语进行了解释。

生态系统由特定区域内的生物区系（植物、动物和微生物）、维持生态系统的**环境**以及两者之间的**相互作用**组成。组成生物区系的所有物种种群共同构成**生物群落**。通常依据**分类学地位**（例如昆虫群落）或者**生活型**（例如树木群落）将群落区分为不同类别。也可以将生态系统中的功能角色相同的一类生物作为一个集合（例如初级生产者、草食动物、肉食动物、分解者、氮固定者和传粉者），在这种情况下这种集合被认为是**功能群**。维持生态系统中生物生存的非生物环境包括土壤（基质）、大气介质、水介质、水文、气象和气候、地形地貌、营养和盐分状况。**生境**是指生物体或群落的栖居地，其能够为后两者的生命过程提供必要条件。

生态系统可以是任何面积的空间单元。这个空间单元可以是只包含几个个体的微环境，也可以是具有相同群落结构和物种组成的区域，例如，小范围以群落为基础的“湿地生态系统”或者大范围以生物群系为基础的“热带雨林生态系统”。生态恢复可以在不同的尺度上进行，但是实际上，为了确保与毗邻生态系统进行适当的物质流动和交流，所有生态系统恢复应该在景观尺度上进行。**景观**是两个或者两个以上的生态系统组成的斑块，这些生态系统之间存在生物体、能量、水和营养的交换。大部分生态恢复的根本目标是破碎生态系统和景观的重建，而不是仅仅恢复单个生态系统。

自然景观或**生态系统**是通过自然过程形成的，并且可以自我组织和自我维持。**人工景观**或**生态系统**是在自然和人类作用的综合影响下形成的。许多草原和热带稀树大草原

在很大程度上由人类活动维持，例如为了狩猎、收割和畜牧业而定期火烧。在欧洲，许多物种丰富的牧场是人工生态系统。这些人工生态系统是在青铜器时代森林被砍伐之后形成的，并且由割草和牲畜的季节性放牧来维持。即使被选作参照景观的牧场生态系统源于人类活动，修复受损牧场仍然认为是生态恢复。再例如，目前北美西部大部分地区由密集的松树林占据。但是在十九世纪，由于土著部落频繁火烧和植物利用，这种森林大部分变成由草本植物覆盖的开阔地。部落的土地利用方式维持了这种林地当时的自然状态。因此，把这种密集的松树林地恢复到草本植物覆盖的开阔地也是生态恢复。**可持续性栽培技术**是人类维持生态系统生物多样性和生产力的传统土地利用方式。从这方面来说，生物区系对于生态系统稳定性的重要性和其作为商品的短期价值是等价的。任何自然生态系统都可能受到人类影响，因此，具有人工干扰性质的生态恢复才能够得到承认。

退化、损害、破坏和转化都表示未受损伤生态系统偏离正常或期待状态。这些术语的意思有重叠，因此它们的区别并不是很明确。**退化**指逐步损害生态系统完整性和健康。**损害**指生态系统急剧明显的变化。当退化或者损害使所有的大型生物消失且彻底改变环境时，该生态系统就被**破坏**了。**转化**是指一个生态系统转变成另一个不同类型的生态系统或土地利用方式。

参照生态系统可以作为设计生态恢复项目的模型，以及作为后期项目评估的依据。在恢复主体包括两个或者更多类型生态系统的情况下，这个参照系统可称为**参照景观**。如果只对当地景观的局部进行恢复，这时参照系统可称为**参照景观单元**。被指定的目标生态系统、景观或景观单元也可以简单的叫做**参照**。一般来讲，参照代表了生态恢复既定发展轨迹的高级阶段。也可以说，恢复生态系统的最终属性与参照的属性是类似的，并且需要根据期望的最终属性来制定项目的目标和策略。参考可以包含一个或多个特定

模型生态系统，有关参照属性的书面描述，或者两者的结合。参照生态系统能够为恢复生态系统提供生物和非生物信息。第五节将对参照生态系统进行更加全面的讨论。

生态轨迹描述了一个生态系统随时间而发展的路径。在恢复中，轨迹始于未恢复生态系统，向期望的回复状态发展。这个期望的回复状态在恢复项目目标中表达，并且在参照生态系统中得到具体体现。轨迹包含了一个生态系统的所有生态属性——生物和非生物的，而且理论上可以通过连续测定一系列生态参数来监测它。任何特定轨迹都不是狭义和明确的。相反，轨迹包含一个宽泛但受限的范围（随时间变化的生态学公式），其可以用数学上的混沌理论描述，还可以用各种生态学模型来预测。完全的经验化地描述一个轨迹存在两方面困难。首先，能够测定的生态系统特性在数量上远远超过可以监测的生态系统特性，并且对轨迹随时间变化情况的描述是十分不完整的。其次，监控数据能够绘制出单个参数的轨迹，但是把它们综合起来绘制代表整个生态系统的单一轨迹时需要进行非常复杂的多元变量分析，而现在还没有这种分析方法。这是未来研究面临的重要挑战。

生物多样性指生物区系的分类学和遗传多样性、现存物种的生活型多样性、以及由此形成的群落结构和扮演的生态角色。生物区系组成体系从基因水平、单个生命体、物种、种群上升到群落水平。**物种组成**和**物种丰富度**是生物多样性的两个相关指标。物种组成指现有物种的分类学排列；物种丰富度指现有物种的数量。在恢复中不能夸大物种组成完全回复的重要性。所有功能物种群的重现是恢复生态系统能自我维持的必要条件。**物种冗余**指在生态系统动态变化中具有相似作用的多个物种的存在。物种冗余可以保证生态系统在胁迫、干扰或者其他环境变化的影响下维持健康。

为了使生态系统能够很好的适应立地条件且能承受一定的环境压力和变化，组成生

生态系统的物种种群必须拥有**遗传适应性** (genetic fitness)。具有遗传适合种群的生态系统不仅能适应当前的环境机制，而且拥有一定“基因冗余”，即基因库包含了可以由环境变化选择的不同等位基因。在正常情况下，重新引入**本地生态型** (local ecotypes)足以维持遗传适应性。但是，当一个地区受到实质性损害导致环境变更时，**多样性基因库**的引入可能是首选策略，从而重组并最终发展成新的、更适合的生态型。

群落结构指群落外貌或空间结构，包括物种种群密度、水平层次和分布频率，以及组成群落的生物的大小和生活型。

生态过程或生态系统功能是生态系统的动态属性，包括生物间的相互作用及生物与其环境间的相互作用。生态过程是生态系统自我维持的基础。一些恢复生态学家认为“生态功能”只是指直接影响新陈代谢（主要指能量、养分和水分的消失与转化）的动态属性。例如光合作用中的碳固定、养分的相互作用、分解作用和矿质养分循环。如果严格按照这种方法定义生态系统功能，那么可以把其他动态属性区分为“生态过程”，例如基质的稳定性、小气候的控制、特定种栖息地的区分、传粉和种子散布。基于大空间尺度上的功能一般具有更概括性的术语，例如养分和水分的长期保持能力，以及整个生态系统的可持续能力。

随着生物的繁衍和生长，生态系统功能和过程是生态系统能够自我更新或**自生** (autogenic)的原因。自然生态系统恢复的一个共同目标是使生态系统回复自生过程，从而不再需要外来协助就能够自我更新。基于这种认识，生态恢复实施者的中心任务是启动自生过程。恢复实施者普遍假定，一旦生态系统已经重建了合适的物种组成和群落结构，自生过程即将启动。虽然，这个假定不一定总是有效的，但是它是生态系统恢复实施的一个合理的开端。

生态系统的一些动态过程起源于外来因素，例如火、洪水、破坏性的风、源自潮汐的盐分侵袭、暴风雨、冻害和干旱。这些外部作用对生物区系造成严重压力，因此有时认为是**胁迫因素 (stressors)**。任何生态系统中的生物区系必须能够抵御环境中的周期性胁迫。正是因为外部胁迫阻止了其他物种定居，从而使其成为维持生态系统整体性的一个因素。例如，随潮汐周期性流入的咸水是维持咸水沼泽生态系统并阻止其向淡水生态系统转变的必要因素。在人工生态系统中，燃烧和放牧等人类活动也被认为是胁迫因素。**干扰 (disturbance)** 或者**扰乱 (perturbation)** 有时候也可以与“胁迫”或者“胁迫事件”交替使用。但是，在本文中严格限定“干扰”是指比正常胁迫更严重或更剧烈的事件。

抵抗力 (resistance) 描述了存在胁迫和干扰情况下生态系统维持其结构和功能属性的能力。**弹性 (resilience)** 是生态系统在受到胁迫和干扰损害后恢复其结构和功能特征的能力。**生态系统稳定性 (ecosystem stability)** 是生态系统在存在胁迫的情况下维持其既定轨迹的能力；生态系统稳定性表示动态而不是静态的平衡状态。稳定性在某种程度上以生态系统的抵抗力和弹性为基础。

生态系统完整性和生态系统健康一般用来描述恢复生态系统的期望状态。虽然一些作者交替使用两个术语，但是它们的意思是截然不同的。**生态系统完整性 (ecosystem integrity)** 是指生态系统表现出参照系统生物多样性特性 (例如物种组成和群落结构) 的状态，并且完全能够维持正常的生态系统功能。

生态系统健康是指生态系统的动态属性在生态发展阶段正常的活动范围内表现出的状态或情形。如果与其参照生态系统或与第 3 节所列出的那些属性的适当组合相比较，恢复生态系统活动正常，那么表示该恢复生态系统是健康的。生态系统完整性的状态表示但是不一定必然确定生态系统健康和非生物环境相互协调的状态。

第五节：参照生态系统

参照生态系统或参照可以作为恢复项目规划的模型，以及以后项目评估的依据。参照的简单形式可以是一个真实的生态系统、书面描述的生态系统、或者两者的结合。简单参照的问题在于它只描述了生态属性的单一状态或表达。而选者的参照应该是生态系统变化的历史轨迹中很多潜在状态中的一个，反映了生态系统发展过程中很多随机事件在某一时间上的特定组合。

同样，一个经过恢复的生态系统可以发展成一系列潜在状态中的任一种。只要能与参照系统发展的潜在状态进行比较，恢复生态系统表现出来的任何一个状态都可以认为是恢复。因此，简单参照系统不能够充分表达潜在状态的集合及恢复生态系统的历史变化范围。所以，一个好的参照系统应该是多个参考系统的集合，如果有必要的话，还包括其他资料来源。这种综合描述为恢复计划编制提供了一个更现实的依据。

描述参照系统的资料来源包括：

- 项目地点受损前的生态描述、物种名录和地图；
- 最近的和历史上的空中和地面图片；
- 恢复地的残迹资料，表明当地的物理条件和生物区系；
- 相似的、未受干扰的生态系统的生态描述和物种名录；
- 标本馆和博物馆的标本记录；
- 熟悉项目地历史状况的个人历史记录和口述历史；

古生态证据，例如化石花粉、泥炭、树木年轮史、啮齿动物的粪堆

参照系统的价值随着其所包含的信息量增加而增加，但是每一次调查都受到时间和资金的限制。参照系统提供的信息至少包括描述非生物环境的显著属性和生物多样性的方面，例如物种组成和群落结构。另外，它应该包含维持生态系统完整性的正常周期性胁迫。人工生态系统参考的描述应该明确那些在恢复中和后期的管理中关键的种植实践。

参考系统的描述应该包括两个可以调和的因子，以确保其质量和有效性。第一，参照系统通常选择那些生物多样性发育良好的地方，而恢复过程中的生态系统则表现早期生态阶段的特点。在这种情况下，为了方便项目计划编制和评价，最好能了解参考系统一定发展时期前的状态。如果恢复项目地点的发展阶段已经足够成熟，可以与参照系统进行直接比较时，解释就没有必要了。第二，恢复的目标是自然生态系统，但是几乎所有可利用的参照系统都受到了人类干扰，并且这些干扰不能重复。所以，参照系统需要解释，以便去除这些人为干扰因素。因此，描述参照系统要求丰富的实践经验和精确的生态学判断。

书面的恢复项目目标对于决定需要描述的参照系统的细节非常关键。对于大的、景观尺度上的恢复，只描述一般性的恢复目标，就可以应用一般性的参照系统描述。在这种情况下，航拍图片可以是参照系统最重要的资料来源。但是，小尺度上的恢复可能要求更详细的参照信息，例如在小样方上实地采集的数据。

第六节：外来物种

植物或动物的外来物种是指由于近来人类的相关活动而被引进非本源地区的物种。

由于自然生态系统恢复的目的是通过合理调节尽可能恢复历史真实性,所以在恢复项目地点减少或去除外来物种是十分必要的。但是,经常存在财力和后勤方面的限制,所以在进行外来物种控制时要注重实事求是。在人工景观中,外来物种通常是生态系统不可分割的一部分,特别是农作物和家畜,甚至也包括同驯化物种协同进化的杂草。人工生态系统的恢复可以接受这些外来物种。

在自然生态系统中,外来入侵物种通常与本地种竞争并取代本地种。但是,并非所有外来物种都是有害的。事实上,有些外来物种甚至扮演了本地稀有种或灭绝种的生态角色。在这种情况下,去除这些外来物种是不合理的。有些外来物种是在几个世纪以前由人类或非人类媒介引入的,已经被驯化成本地物种。因此,认为它们是外来物种是有争议的。有些物种在全新世由于气候的波动而移入或移出某地区,所以几乎不能被认为它们是外来物种。即使从恢复地去除所有的外来物种,其再入侵的机会可能仍然很高。因此,很有必要根据生物、经济和后勤方面的实际情况,为每一种外来物种制定一项处理政策。应该最先控制或消灭对本地生态系统威胁最大的物种。威胁最大的外来物种包括可移动的、对景观及区域水平构成生态威胁的入侵植物物种,以及捕食或者取代本地物种的动物。在去除外来物种时,应当尽可能对本地物种和土壤的干扰最小。

某些情况下,为了特定目的而在恢复项目中使用非本地物种,例如遮盖作物、保育作物或者固氮植物。如果这些非本地物种不是演替过程中可以被取代的相对寿命短、非持久的物种,那么在恢复计划中应当包含最终去除它们的计划。

第七节：监控和评估

一个合理计划的恢复项目应该试图完成描述清晰、反映参照系统属性的目标。目标是通过实现特定的目的来达到的。目标往往是理想化的,而目的是非常具体的、用来达

到目标的方法。关于恢复生态系统的评价有两个基本问题，即这些目的是否达到了？目标是否完成了？只有在项目实施前目标和目的已经确定，这两个问题的答案才有效。

生态系统是复杂的，没有两个未经干扰的生态系统是完全一样的，至少在非常细致的水平上没有两个完全一样的生态系统。因此，在一个项目区域上，没有一个恢复生态系统能够与单一参照系统完全相同的。数量太多的生态系统变量用于评价恢复，以至于在一个合理的时期内测量所有的变量是不可能的。因此，需要根据实际经验来选择哪一些变量用来评价，哪一些变量可以忽略，并且通过求值系统来评价以上判断。

对目的的评估建立在**执行标准**上，也叫设计标准或成功标准。在很大程度上通过对参照生态系统的理解可以得到这些标准。执行标准提供了决定一个项目目的是否已经达到的经验基础。目的、执行标准以及检测和数据评估协议应该耦合到项目实施前的恢复计划中去。如果对检测过程中收集的数据的分析表明执行标准已经达到，那么项目目的毫无疑问已达到。恢复生态系统可能已经具有足够的弹性，从而只需要很少或者不再需要外来辅助就能够维持。

一旦项目目的达到，项目目标就已经达到，或者将很快达到。这种假设的有效性有时候并不能保证，因为目的和执行标准可能是不足够的，并且不可预测的环境变迁可能偏转恢复轨迹。由于以上原因，以及恢复目标是理想的，并且能够经得起严格的经验检测，所以专业判断和主观性要素在评价目标时是必需的。

完成一个评价有三种策略：直接对比 (*direct comparison*)、属性分析(*attribute analysis*)和轨迹分析(*trajectory analysis*)。直接对比，即在参照系统和恢复系统中测定一些选择的参数。如果对参照的描述是完全的，则有多达 20 或 30 种参数可以用来比较，其中包括生物和非生物环境的各个方面。但是，当一些参数比较接近，而另一些相差较

远时，对参数的完全描述可以导致参数解释的不确定性。于是就产生了两个问题-有多少参数必须有相似的值？这些值必须达到什么样的相似程度恢复目标才能满意？最好的方法是仔细选择能够简洁全面描述生态系统的系列特征。

属性分析是指对第三节中列出的相关属性进行评估。在这一策略中，从计划监测和其他编目中得到的定量和半定量数据对于判断哪些目标已经达到标准是有用的。

轨迹分析是一个有前景的策略，仍处于发展中，可以用来解释大量的可比较数据。在这一策略中，恢复点上周期性收集的数据可以用来绘图分析和建立发展趋势。这种趋势分析有助于证实恢复是否正朝着预想的轨迹前进。

评价包括对任一状态的目标和目的的评估，这些目标和目的与文化、经济和其他社会利害关系相关。所以，评价的技术可以包括那些社会科学方面。社会经济目标的评价对于利益相关者和决定是否授权和投资恢复项目的最终政策制定者，非常重要。

第八节：恢复计划编制

恢复项目的计划最少包括下列各项：

- 为何需要恢复的明确理由；
- 恢复地点的生态描述；
- 恢复项目目标和目的的综述；
- 参照系统的确定和描述；
- 解释提议的恢复项目如何与景观及其生物流及物质流相协调；
- 关于地点的准备、设置和设置后活动的明确计划、进程和预算，包括进行及时中端修

正的策略；

·发展完善、明确规定的执行标准，以及用来评价项目的监测草案；

·恢复生态系统的长期保护和维持策略；

一旦恢复计划可行，项目地点应该至少包含一个未处理的对照样方，以便与恢复生态系统进行比较。

第九节：恢复实践与恢复生态学之间的关系

生态恢复是指实施者在特定项目地点上恢复生态系统的实践，而**恢复生态学**是生态恢复实践所依据的科学。**恢复生态学**为实践者提供了可支持他们实践的明确概念、模型、方法论以及工具。有时实践者和恢复生态学家是同一个人-恢复实践和创建理论同时进行。恢复生态学领域不限制于直接服务恢复实践。恢复生态学家可以利用恢复项目地点作为实验地来改进生态理论。例如，从项目地点得到的资料可能对解决生物群落集合规则的相关问题有用。另外，恢复生态系统可以作为选定自然保护区的参照。

第十节：恢复与其他实践活动的关系

生态恢复是以下几种实践活动中的一种，它们都试图改变某一区域的生物和非生物环境，而且通常与恢复混淆。这些行为包括改造(reclamation)、复原(rehabilitation)、缓解(mitigation)、生态工程和各种资源管理等。资源管理包括野生动物、渔业和放牧管理，以及农林复合经营和林业经营。如果这些实践活动完全符合第3节所列的标准，那么所有这些实践都与生态恢复相互重叠，甚至被认为就是生态恢复。与其他实践相比，恢复

一般需要更多的后期管理来满足所有这些标准。

复原与恢复的共同点是两者着重于以历史上存在的生态系统作为模型或参照,但是这两种行为的目标和策略是不同的。复原强调生态系统过程、生产力和服务功能的修复,而恢复的目标还包括历史时期生物区系完整性(例如物种组成和群落结构)的重建。不过,恢复在广义上应该包括大部分过去认为是复原的工作。

改造这一术语以前通常用在北美和英国采矿地相关的范畴内,但是现在其应用范围比复原还要广泛。改造的主要目的包括稳定台地、保证公共安全、提高美学效果,以及使土地回复到区域背景下的有益状态。通常作为土地改造的一个部分,植被重建可以建立一个物种或者几个物种的植物群落。以生态学为基础的改造项目可以被认为是复原或者恢复。

缓解是一种旨在补偿环境损害的行为。在美国,通常情况下,批准对湿地造成损害的私人开发和公共项目的条件是该项目必须有缓解计划。有些(数目可能相对很少)缓解项目符合第3节所列出的恢复生态系统的特性,因此这些缓解项目也是恢复。

创建被赋予了新的用法,特别指在完全没有植被的台地上实施的缓解项目。有时用于代替创建的另一格术语是**构造**。通常,完全清楚一个方的植被会使环境发生足够大的变化,从而需要建立一个与历史上出现的生态系统完全不同类型的生态系统。以监督工程形式管理的创建或者景观建筑不能认为是恢复,因为恢复沿着首选轨迹启动生态系统发展,随后利用生态系统自生过程来引导以后的发展,这个过程中人为干扰极少甚至完全没有。

生态工程涉及操控自然材料、活有机体和物理化学环境的来实现特定的人类目标以及解决技术难题。因此，生态工程区别于依赖诸如钢筋和水泥等人工材料的土木工程。任何工程设计首先考虑的是其可预测性，而恢复承认和接受不可预测的发展，并且其追求的目标超越了严格实用主义的范畴，包含生物多样性及生态系统完整性和健康。当可预测性不是问题时，许多生态工程项目的范围能够被拓宽到直至被认为是恢复。

第十一节：生态恢复与大项目的协调

生态恢复有时只是公众或私人公司的大项目中众多要素的一部分，这些大项目包括发展计划、流域管理、生态系统管理和自然保护项目。这些大规模行动的项目经理应该意识到项目规划和完成生态恢复的复杂性和代价，也应该认识到精心协调恢复行动与大项目中其他要素可以节约成本。因此，认识到生态恢复是大项目的内在部分，项目经理将从中获益。如果这样做了，恢复者可以对那些与恢复有紧密关系的其他部分作出实质性贡献。此外，恢复者才能确保所有的生态恢复都能得到周密设计并完全实现。从而以这样的方式更好地保证公众利益。

国际生态恢复协会

我们的任务是促进生态恢复成为一种维持地球上生命多样性及重建大自然与人类文明之间健康关系的方法。

国际生态恢复协会是一个由成员带来活力的非赢利性组织，这些成员包括积极参与生态敏感地区恢复及生态系统管理的个人和组织。

我们的成员遍布全球，拥有空前的经验、知识背景和文化视角。我们中有科学家、计划者、管理者、生态咨询者、土著居民、景观建筑师、哲学家、教师、工程师、自然

区经理、作家、耕种者、社区服务活跃者和志愿者。

国际恢复生态协会通过以下行动服务于新兴的生态恢复领域 :推动恢复者之间的交流 ;鼓励科学研究 ;促进公众意识以及取得公众对生态恢复和恢复性管理工作的支持 ;为讨论制定相关公共政策服务贡献自己的力量 ;表彰那些已经在生态恢复领域作出杰出贡献的人物 ;促进生态恢复在全球的开展。

成立于 1987 年 , 国际生态恢复协会现有成员来自 37 个国家 , 在全世界拥有 14 个分支机构。国际生态恢复协会被众多公共和私人组织认为是生态恢复科学、实践和政策制定的专业意见来源所在 ,我们通过与合作伙伴的协作及其全球成员的工作来实现这个目标。

我们是一个正在成长的 ,由致力于恢复受损和受干扰生态系统的实践者所组成的世界性团体。难道您不应该成为其中一员吗?您可以通过登陆网站 (www.ser.org)、电话、信件、电子邮件或传真申请为我们的成员。

国际恢复生态协会 (Society for Ecological Restoration International)

美国亚利桑那州图森市1区第18大道西285号

(285 West 18th Street, Suite 1

Tucson, Arizona 85701 USA)

电话 (Phone) : 520-622-5485

传真 (Fax) : 520-622-5491

E-mail: info@ser.org .www.ser.org