



监测“资源冷杉”的种群数量。拍摄:林吴颖/FFI

# “监测是任何一项 保护项目的关键 组成部分。”

A. Newton (2007)

## 前言

监测应当作为任何保护项目的重要组成部分。监测可以测量出项目区内受威胁树种的种群数量或生长状态的变化情况，并跟踪其面临的威胁以及评估其保护管理方法是否有效。然而如果没有详细的监测计划，监测工作将会变得即费时又耗力，并且难以持续开展。本简报为如何提出一个基本的监测计划提供技术指南，并例举两个简短的案例，说明如何在野外保护项目中开展受威胁树种的监测计划。

## 本简报的适用者

对某一特定树种开展就地保护的组织（如：非政府组织、林业部门、保护区管理机构、高校）或个人（包括学生）。本简报特别适用于需要在野外栖息地开展树种监测，但缺乏经验的非专业人士。



本简报由  
Dave Gill和  
Jenny Daltry  
团队执笔完成



## 开始工作之前

监测是任何一项保护项目的基本组成部分。以正确的方式开展监测工作，可以使你了解树种的种群动态，以及一个或多个树种随时间的生境变化情况，乃至这些变化发生的原因。监测还可以帮助你评估保护行动的有效性，并为制定更好的保护管理措施提供信息。

然而，在着手收集物种及其生境信息时，通常会犯的错误是，缺乏思考为何要开展这项工作，以及哪些信息才是最有用的。

如果计划不周，监测工作通常会产生海量数据，造成短期内数据无法分析也无法利用，而对于长期重复这样的监测工作，既不经济也难以实现。由于树种的保护行动可能需要持续开展多年才能达到预期效果，因此制定简单易行、可重复性强、经济高效的监测项目是十分重要的。

在你开始收集任何数据前，花时间制定一个监测计划是非常值得的。这将帮助你：（a）定义一个使团队成员和其他利益相关方都明确的监测目的；（b）明确获取哪些数据才能实现监测目的；（c）确定监测地点、监测频率，以及数据的收集、分析与报告相关负责人的大纲。

制定一份监测计划可能会感到无从下手，刚开始都很难弄清从何处着手，需要收集哪些数据，采用何种方法。因此在你开始之前，我们建议你开展几个准备工作，以便从长远来看，更容易地完成监测计划的编制工作。开始准备的步骤包括：

- 1) 明确你的目标物种（详见第3页）。该物种的生态学、受威胁情况和保护工作的现有信息，可用于确定合适的监测点、方法以及需研究的问题。
- 2) 了解你为何要收集这些数据（详见第4页）。明确为谁收集数据，为何收集数据，可以指导你选择监测哪些内容，以及怎样呈现这些监测数据。如何利用你的数据更好地指导该物种的保护管理工作？
- 3) 提出研究问题（详见第4页）。提出好的研究问题，将有助于你关注本领域的的数据收集工作，以及讨论与目标物种最相关的保护命题。

## 树种调查和树种监测之间的区别？

调查通常是指在特定时间、特定地点记录一个或多个树种是否存在、其分布情况或丰度。（关于如何在指定区域内对受威胁树种开展调查的更多信息请查看GTC简报1）



在越南的调查发现了珍稀木兰的分布地。拍摄：Hieu Nguyen.

监测由一系列重复的调查组成。常规的监测有助于你了解目标物种的生境和种群数量是否随着时间推移而变化，也可以调查这些变化的原因。



对资源冷杉的定期监测揭示了该物种所面临威胁如何随时间而变化。拍摄：杨霁琴/FFI.

### 重要贴士

邀请你的团队成员以及其他利益相关方共同参与监测计划的制定过程，可以通过工作会议或研讨会，或者共同修订计划草案。这样可以提高监测计划的可行性，增强相关方对项目的理解并加强参与感。但是不要仅仅为了让所有人满意，而使计划变得过于宏大和复杂。



## 第一步：提前了解你的目标物种

你对你的目标物种提前了解的越多，就越容易为你的监测计划制定目标（见步骤3）。如果你找不到足够的信息，也不要灰心，因为不是所有的树种都曾经被研究过。

开始时，尝试寻找目标物种的适宜生境，了解其在自然生境中繁殖和生存情况（见“生态”）以及什么因素影响其在野外的生存（见“威胁与保护”）。

你可以通过已发表的文献、国家或地区的红色名录、野外工作指南和调查报告获取目标物种的相关信息，也可以通过走访标本馆（储存植物标本的地方），或咨询可能了解或研究该物种的植物学家、林业工作者、村民或植物保护团体。

网络上也会提供一些该物种的基础资料。尝试在全球生物多样性信息中心(<http://www.gbif.org/species>)或在国际自然保护联盟（IUCN）的濒危物种红色名录([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org))。网站的数据库系统键入物种名称进行检索。

在开展常规监测前，你还应该完成初步的野外实地考察，使自己熟悉这些物种和他们的野外栖息地（开展树种调查的更多指导详见GTC简报1）。这个初步的野外实地考察可以提供一些基础数据，明确后勤事宜，有助于调整监测项目所关注的研究问题。



### 生态

目标树种的生态学信息可能会影响到监测过程中你需要收集哪些数据，实用的初步调查包括：

- 分类和鉴定。在本区域内是否存在其他树种容易与你的目标物种混淆？你如何区别它们？
- 了解物种的分布范围，生境类型、海拔和适宜的气候。
- 物候。该物种在一年中的开花、结果和落叶时间。
- 繁殖方式。如何传粉，种子如何传播？



### 威胁与保护

了解树种现存的威胁和采取的保护措施，可以帮助你提出有价值的研究问题，考虑研究：

- 对目标物种立即产生影响的已知或潜在威胁，例如：砍伐、林相改变、采集树皮、气候变化。
- 影响或造成这些威胁的因素，例如：木材的需求量增加、新的政策、交通发展。
- 迄今为止对该物种或周围生境的保护行动，例如：反砍伐运动、禁牧管理、植树造林。

### 重要贴士

联系已对目标物种或相近物种做过调查研究的相关组织，尤其是在同一地区进行的研究。他们也许愿意分享之前的调查报告、以及他们采用的方法，甚至他们取得的数据信息。

## 第二步：明确你为何要收集数据

在完成全部的监测计划之前，确定你的结果需要与谁沟通（可能仅仅是你的项目团队），以及他们需要知道哪些信息。

在很多案例中，监测的目的是为了指导该树种或其分布生境的适宜性管理策略。这些信息可以提供给你的项目组成员、自然保护区工作人员、政府部门或非政府组织。监测结果可以为野外工作的决策提供支持。例如，当地护林员可能需要得到某种威胁的严重程度、发生地点和频率等信息，以利于其开展保护工作。其他人员可能需要获取保护行动的完成信息，例如栽植树苗的生长情况和成活率等。

其他相关方，包括本项目的赞助者或其他项目的资助者，可能也想通过项目目标来看项目推进的情况。

利益相关方，包括当地社区或土地所有者，可能仅仅想定期了解项目的进展情况。

不要猜测哪些人会对此感兴趣，以及他们能使用哪些信息：直接去询问他们！无论你的读者是谁，弄清他们需要了解什么，这有助于指导你制定监测的类型和级别。

## 第三步：提出研究问题

提出1-2个研究问题，可以帮助你和你的团队表述你的监测项目的目标。也就是说，你想让你的监测项目回答的主要问题是什么？

研究问题有助于你（a）清晰表达你想发现什么；（b）指导你设计样方和选择抽样方法（见第5-9页）。

一个好的研究问题将强调一些最终可测量的数据，因此问题应当相对具体而明确。在监测项目中，研究问题通常可以归纳为以下三种：

### ● 追踪一段时间内的变化情况

- 例如：在接下来的十年中，国家公园里的猴面包树数量将会上升、下降还是维持现状？

### ● 比较差异

- 例如：斑木树种苗在林冠开放（处理A）与林冠封闭（处理B）的森林中，哪一个呈现更高的生长率与存活率？

### ● 调查原因与影响

- 例如：新建的道路会导致保护区内的伐木压力增加吗？

为了帮助你提出研究问题，回顾一下你在第一步和第二步中已经收集到的信息，你的主要研究问题就会更明确。如果还没有思路，可以请教你的同事或其他利益相关方，来帮助你确定并对计划提出的问题排序。

## 监测方法

在明确研究问题后，你的监测计划需要描述 (a) 你将测量的因素或变量及 (b) 你将使用的方法。

你决定测量的因子，取决于你提出的研究问题、当地环境和可利用资源（例如：成本、时间及技术能力）。在此，我们对树木测量的常见因素作简要介绍。

关于监测相关因素（例如：重要的传粉昆虫）或树种保护措施（例如：护林员巡护）的其他技术或方法的详细信息，请参见第16页提供的Newton 在2007年发表的论文以及其它参考材料。

### 重要贴士

不要试图测量所有指标！大多数监测项目仅需测量1-2种影响因素，同时也只需1-2种简单技术。

| 因子                         | 常规技术方法   |
|----------------------------|--|
| 树木个体大小和生长量                 | <p>定期测量树木个体的胸径（DBH, 胸部高度的树干直径）以及树高，及其变化。</p> <p>为了测量大树的胸径，用胸径尺环绕在树干上（距离地面大约1.3米的位置），或使用卷尺测量树干周长后，除以 <math>\pi</math> (3.14) 得到树木直径。测量树苗和小树的胸径可以使用游标卡尺。</p> <p>大树高度的测量可以使用测高仪和测斜仪，小树的测量用测竿即可。</p> |
| 多度<br>(区域内物种个体数)           | <p>数出一小片区域内目标树种的数量（例如：100米 x 100米的样方），然后推断整个区域内该树种的数量。为了测量树种的多度，通常的做法是将达不到某一胸径或高度标准的个体去除（例如：不包括胸径为5厘米以下的个体）或单独对籽苗与幼苗进行计数，或者分大小等级计数。</p>  |
| 密度<br>(单位面积内的物种个体数)        | <p>与丰度类似，此指标也需在一定区域或已知大小的样方内对树木个体计数。将个体总数除以面积，面积单位为公顷或平方千米（例如，97棵每公顷）。</p>   |
| 物种丰度或多样性指数<br>(物种占全部物种的比例) | <p>明确样地内所有的物种（这些数据可以形成“物种发现曲线”，以估计区域内还有多少未被发现的物种），或踏查区域内所有地点，记录所有发现的物种。鉴别物种需要植物分类学经验，也可他通过获取当地标本室的支持（更多指导请详见GTC简报2）。</p>   |
| 成活率或死亡率                    | <p>记录某些树木个体的位置，隔一段时间再返回调查地记录这些树种是否存活。种群抽样总体的成活率指调查结束时最终存活的个体的数量除以最初调查存活的个体数量。</p>  |

| 因子                                    | 常规技术方法   |
|---------------------------------------|--|
| <b>种群结构</b><br>(种群内不同大小等级个体出现的频率)     | 用胸径尺测量每个物种个体树木的胸径，根据胸径大小对树木个体进行分级（例如：从胸径最小的1级到最大的10级对树木分级）。计算某一区域内不同分级的树木个体出现的频率，可以得出物种在该地的种群结构。   |
| <b>冠层情况</b><br>(最顶端的一些树枝，显示树木健康的实用指标) | 对每个树木个体的树冠按以下评分规则进行分级： <b>0</b> （“死亡”）； <b>1</b> （“非常差”，冠层退化和严重受损，可能无法维持生长）； <b>2</b> （“差”，冠层大规模枯萎，且非常不对称，但其还有生存的能力）； <b>3</b> （“一般”，冠层明显不对称或比较薄）， <b>4</b> （“好”，冠层稍有不对称，树梢鲜见枯死）； <b>5</b> （“非常好”，冠层呈球状，对称且宽）。   |
| <b>其它损伤或病害指标</b>                      | 记录有损伤或病虫害植株的比例，或建立以受害程度为指标的评定体系。可以记录的因素包括：植物茎上的虫蛀痕迹、白蚁的洞穴和爬行的痕迹、植物溃疡病、是否有真菌生长的迹象和叶片的情况。  |
| <b>对木材产量的影响</b>                       | 通过测量（1）重复调查被标记树木，记录伐木率或（2）比较伐木前后或伐木区与非伐木区之间的种群密度、径级结构或其他样地内能够反映树种种群数量的指标。  |
| <b>对非木材林产品 (NTFP) 的影响</b>             | 通过监测非木材林产品采集前和采集后、采集区和非采集区的已知树木个体的生长率、生长情况或死亡率，来监测非木材林产品采集对树木种群的影响。非木材林产品采集有：对树皮、天然橡胶、树根、叶片或果实的采集。   |
| <b>自然更新</b>                           | 划定一小块样方（例如5m x 5m），测量并标记一个或多个物种个体的幼苗和幼树数量，定期评估其生长及存活情况。这些可以通过对每个树苗的健康情况和环境条件进行分级补充： <b>0</b> （“死亡”）； <b>1</b> （“状况不好”，有变色的叶片和昆虫病害）， <b>2</b> （“有受损伤的征兆”，但叶片总体健康）， <b>3</b> （“健康状况良好或较为健康”）。  |
| <b>受放牧压力的影响</b>                       | 比较不同放牧地区与未放牧地区（可以通过在样地周围设置篱笆防止牲畜的进入，从而定期监测）的幼苗或成年植株受损害的频率或死亡率。也可以通过以下评分体系定性测量放牧强度： <b>0</b> （“无放牧”，灌木层生长良好，极少发现可生长幼苗的林隙，未发现牲畜粪便或放牧痕迹，没有树皮被啃食痕迹）； <b>1</b> （“轻度放牧”，良好的灌木层结构，30-50%的地表被植物覆盖，林隙中常见树苗生长，难以发现牲畜的粪便和树皮啃食痕迹）； <b>2</b> （“中度放牧”，灌木层出现被啃食的痕迹，地表植被的高度低于30厘米，斑块或裸露的表土较少，一些树苗的高度达到地被植物层的高度，可见粪便，无树皮啃食痕迹）； <b>3</b> （“重度放牧”，无灌木层或灌木层已死亡，地表植被层低于20厘米，有一些斑块和土壤裸露情况，树苗生长高度不超过地被植物层，较多的放牧牲畜粪便，偶见树皮啃食痕迹）； <b>4</b> （“极重度放牧”，无灌木层，地表植被层低于3厘米，斑块和裸露土壤随处可见，无树苗，大量的放牧牲畜粪便，幼树的树皮有被啃食的痕迹）。 |

| 因子                   | 常规技术方法  |
|----------------------|---|
| 微气候                  | 有很多种仪器可以用于测量：光照（例如：测光仪）、温度（例如：热电偶合式温度计）、相对湿度（例如：湿度计）以及土壤含水量（例如：土壤湿度计）。  |
| 繁殖情况<br>(有利于种子收集的信息) | 记录开花数量、未成熟的果实、成熟的果实或球果数量。种子或果实收集袋（例如在树下悬挂网）也可以对树木的繁殖能力定量化，需要每周至少检查一次(因为收集袋也许会被落叶等凋落物覆盖，收集袋上的果实和种子也许会被动物吃掉或被大风吹落)。 |

**重要贴士**

用GPS或地图记录样地内目标树种及其位置，但是如果你在研究人类活动对树种的影响时，请注意不要刻意地为树木做标记。标记可能吸引更多人的注意，也可能使人们停止开展活动，尤其在他们从事违法活动时。如果在你的研究中没有这些顾虑，可以使用插旗或涂油漆的方式标记这些树木个体，在长期开展的研究中，还可以使用金属挂牌和铝制标签，以便更容易再次寻找到它们。

## 抽样设计

对于种群规模很小的树种，只需要确定在哪里和如何开展监测。监测可能仅仅需要在特定地点定期收集数据，野外工作团队仅需要在已建立的涵盖所有植株的固定路线开展监测。

然而，在大多数情况下，并不能对特定树种的全部种群个体进行实地调查和研究。鉴于此，监测通常收集具有种群代表性的抽样数据。因此抽样设计是很重要的，一份好的抽样设计对于确保你的研究成果可以代表你所研究的较大种群的情况来说是非常必要的。

- 1) 你所选择监测的抽样单元类型（对于树木而言，通常是样地或样线）；
- 2) 每个抽样单元的大小（例如：每个样地或样线的规模）；
- 3) 取样数量（取样越多，就越可能代表更大的种群）；
- 4) 选择取样地点（例如：随机，根据你接近植株的难易程度，或其他标准）；
- 5) 开展树种监测的时间和频率（以及你是否计划在同一样地或样线进行重复调查，还是不重复取样）。



## 1) 使用什么类型的抽样单元?

对于树木监测来说，主要的抽样单元类型为：固定区域样地法或样线法。

**样地**通常是边界为正方形、矩形或圆形的固定区域，在其内部所有达到一定大小树木均会被标记。样地的大小各异，但是在一些森林监测项目中，通常的样地面积为1公顷（100m x 100m）或更小。

对于监测项目而言，固定区域样地通常被用于在不同的样地间测量多度、物种丰度以及树木个体生长状态、影响个体生长或存活的因素随时间推移的变化及区别。

### 优势

- 易于计数每个样地树种的植株数量，并计算密度和多度；
- 作为一个常用的方法，易于与其它研究结果进行比较；
- 拥有清晰的边界：降低错误地纳入或排除植株个体的风险。

### 劣势

- 在密比较大的森林，建立较大面积的样地将耗费很多时间；
- 在地形崎岖的地方，很难建立面积较大的样地开展调查；
- 在斑块或聚丛分布的区域，面积较大的样地也可能会漏掉树种。

**样线法**通常是不间断的线性样地，但是在一些情况下也可以沿自然界限设计，例如已有的小路或河流。样线可以视为一种长条状的样地，例如：1千米长20米宽，并且只对在此样线边界范围内的树木个体进行计数和测量。一种更复杂的方法，距离取样法，其内容包括（a）从一个直线样线上测量观察到的树木个体之间的距离（b）使用DISTANCE™软件或数学模型计算树种的密度。该方法通常用于动物种群的取样，但是也可以适用在乔木种群中，尤其是开放型的生境中。

### 优势

- 更快的覆盖调查区域；
- 相较于样地法，此种采样方式更适用于调查斑块分布和数量稀少的种群；
- 易于设置，可沿已有的林间小路或河流作为样线。

### 劣势

- 在研究区域内沿小路或河流的样线测得的结果可能不具有代表性；
- 距离取样法对于分散分布的物种、密林环境或地形陡峭区域的树种调查并不适用。



## 2) 样地或样线的规模应多大?

抽样单元的大小取决于你的监测目的，目标物种的大小和密度，并适应于当地的地形条件。

标准样地法包含1公顷法（100m x 100m的样地内树木胸径大于或等于10厘米的个体的统计调查）或0.1公顷法（20m x 50m的矩形样地内树木胸径大于或等于2.5厘米的个体的统计调查）。在每个样地内，建立更小的样方将有助于测量更小的灌木或幼苗。这类标准样地法可以适用于广泛分布或个体数量丰富的物种。

然而，此类样地可能会漏掉自然分布稀少或集群分布的物种。使用样线法（例如：2m x 500m或20m x 1000m）可以提高你观察到这类物种的几率。样线越长，观察到斑块分布物种的几率就越大。

样线法也可以使你一次对多种生境和地形的地区开展调查。但是，如果你旨在比较两种不同生境下某一物种的状况，样地法是更合适的方法。为了达到这一目的，每一个抽样单元必须足够小，以确保样地中仅包括某种特定生境。

请牢记，你的样地或样线的规模将会影响监测结果。因此确保全部的抽样单元的大小和形状统一，以便于相互间的比较。

## 3) 你需要设计多少个（条）样地或样线?

这取决于你能够获得的资源（以及项目相关方的需求信息）。取样越多，就越能代表更大区域的实际情况。

如果你想要取得能够代表某一物种自然变异程度的数据（例如：增长率），那么在研究区域内，采用多重抽样单元的方法比仅含一到两个大的抽样单元更好。

如果你要比较两种不同情况下的样地（例如：两个不同的管理模式下的区域），你需要至少抽样6次（例如：6块样地）来代表每种情况。这对数据进行数理统计分析并使结果具有一定的科学性来说，这样做是很有必要的。

## 4) 在何处设计样地或样线?

随机抽样是一种不带个人因素影响的无选择偏好的方法。在地图上有许多方式可以进行随机选择，但是要注意在实地操作时需要有良好的导航技术，很多案例中均使用了GPS。

- 简单随机抽样对所调查区域内的所有地方给予相同的抽样几率，但是这种方法可能会漏掉某些濒危或珍稀树种的重要生境。
- 分层随机抽样包括把研究区域划分成片层区域（通常按生境或地表覆盖类型），然后在每个层片区域内进行随机抽样。这种方式通常被认为是调查统一区域内含有不同生境类型的最好方法。
- 非随机抽样是按照调查者的偏好和经验抽样的方法，例如：你认为某地是所有研究区域内最典型的地区，或者该地区易于进入且安全，如接近主路或者小路。选择这种调查方法可能使结果出现偏差，无法代表整个区域的情况；部分生境可能被遗漏，而另一些生境会被过度代表。这种方法被认为不具备足够的科学性，同时调查所获数据经常不适合进行数理统计分析，但是这种方法有时是不可避免的。

## 5) 何时进行抽样以及频率如何?

以何种频率抽样取决于你的研究问题、变动率及可利用的资源。如果你需要取得可以支持你尽快做决定的数据（例如：阻止非法砍伐），你就需要以更高的频率监测数据，而测量成熟树木生长率这类指标则频率较低。因此抽样监测的时间间隔可以从每隔几周到每五年或十年一次。

对于所有的监测项目而言，绝对重要的是要保证抽样设计在整个过程中是始终不变的，即使收集数据的人员改变，也要长期持续执行下去。例如：如果你是为了比较不同年份的数据，确保每次调查的是同一块样地，在每年相同的时间段，在相同的抽样单元按照相同的方法收集数据。

## 数据管理、分析和展示

在开始监测工作之间，通常会忽视考虑数据管理的内容。然而，你如何储存、分析并展示获得的数据，对于回答已提出的研究问题来说是必要的，这也将有助你与其他人沟通相关问题。为进行数据分析及展示做准备工作，需要考虑以下问题：

### 1) 我是否需要数据表和数据库?

为了确保不遗漏任何数据，许多研究者发现建一个表格去记录实地信息是很有帮助的。

为分析数据，手写记录经常需要被录入到电子表格中。电脑里的电子表格（例如：MS Excel）通常足够用了，但是如果你在多个地点收集了不同类型的变量数据，使用更复杂的数据管理程序（例如：MS Access）会更方便。在电脑中定期录入数据，最好是在野外收集到数据后立刻录入，越快越好。这将避免数据累积，也会让你有充分的时间发现数据的任何错误或缺失。

### 2) 什么时候分析数据以及如何展示数据?

你是否需要为保护项目的管理者提供做紧急决策时所需的数据（例如：对火灾或突然增加的非法盗伐事件做出对策）？还是你需要在规定时间内为项目合作方或资助方提供项目监测结果？在你的计划中要留下足够的时间去分析数据，以避免错过发布调查结果的重要截止日期。

### 3) 选择哪个合适的数据分析方法?

如何分析数据取决于你想要解决的研究问题。如果你在验证某些基本趋势（例如：盗伐事件的增加量），你可能只需要进行描述性统计或利用简单的图表，来展示在一段时间内特定变量的变化趋势。

对于一些研究问题，为了检查和证明你的结果的可靠性，使用统计学检验方式是非常有用的。例如：如果你要检验不同处理间是否存在差异（例如：不同生境条件下树木生长率的差异），或树木生长情况是否与生境、所受威胁或保护行动有关联。其中，最常用的是T检验、P值检验、多因素方差分析（ANOVA）和非参数检验。在你开始收集数据之前，最好先对适当的统计学检验进行了解（可参考第16页参考资料），从而确保你的研究设计是合理的。

### 4) 如何展示和传播数据?

根据特定的人群选择合适的展示数据的方式。再次考虑你的目标受众（见第4页）提醒自己：（a）他们是谁（你的团队成员、资助者、政策制定者、科学家、森林管理者、护林员或当地社区民众？）；（b）他们想要或需要知道什么以及（c）传递给他们这些信息的最好方式是什么。通过在会议中展示并讨论你的结果比仅仅是发送一份技术报告更加有效。

提前计划好如何展示你的数据，也会帮你确保在监测之前拥有合适的人员和器材。例如：如果你想用地图呈现你的数据，你可能需要准备好制图软件并保证拥有相关专业人员。

下面介绍了四种常见的描述调查结果的方法。这些方法可能可以整合出现在一份技术报告、科技论文中、PPT演示稿或者其它可以展示你调查结果的方式中，选取哪种方法取决于你要报告的目标人群。注意，在关于珍稀濒危树种的案例中，不要对他人说明这些树木所分布的地点，以免导致威胁增加，例如在对盗伐者进行展示时需要避免。

| 调查结果      | 评论   |
|-----------|--|
| 数理统计检验的结果 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 使你的结果增加了科学可信度（如果想在科学杂志发表相关成果，这样做是必要的）；</li> <li>- 可能会导致不了解数理统计的人不感兴趣或看不懂。</li> </ul>  |
| 图片和表格     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 有效的展示变化趋势、不同处理的差异或不同因素间相互关系；</li> <li>- 比数理统计检验更易于理解；</li> <li>- 学历或文化层次较低的人也许会很难看懂。</li> </ul>                                 |
| 照片及影像资料   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 强有力的视觉展示结果；</li> <li>- 定点影响资料能够直观的展示在特定地点的植被或生境结构变化的情况（例如：展示树木种植项目的结果或道路建设的影响）；</li> <li>- 让所有的目标人群都能直观的了解项目，项目更加生动。</li> </ul> |
| 地图及卫星遥感影像 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 能够非常有效的展示较大尺度上的物种栖息地或分布情况的变化；</li> <li>- 对于大部分目标人群，从视觉上是一种易于接受和理解的方式。</li> </ul>  |

## 监测计划清单

现在，你已经基本上为制定一个基本的监测计划做好了准备。但是在你开展监测工作之前，需要再次复核以下清单：

- 你是否已经对研究地点开展过实地考察；
- 根据你的监测目的和你对目标物种的了解，你是否已经提出1-2个优先研究问题；
- 你是否已经明确你想收集哪些数据，以及收集数据的方法——尽可能的做到准确、可信、经济、可行，以及符合当地条件情况；
- 你是否已经评估并选择好适合于你研究问题的抽样设计，确定好抽样类型、抽样单元的大小和数量、抽样地点以及何时进行数据收集；
- 你是否已经计划好如何分析并展示这些数据。

作为监测计划的一部分，你同时也应该为团队成员分配好任务，同时规划好每项监测活动所需的时间和经费。在这一步骤中，一定要确保你拥有或预备有在监测项目开展期间，开展野外监测工作所需的资源。

为了使你更直观地了解不同类型的监测计划，我们在第12-15页介绍了两个简单的监测案例。



## 监测计划案例

### 1) 吉尔吉斯斯坦Sary - Chelek自然保护区红肉苹果种群监测项目

**概要：** 吉尔吉斯斯坦的Sary-Chelek自然保护区分布有一些濒危树种的重要保护种群，其中的红肉苹果 *Malus niedzwetzkyana* 就是一种非常珍稀的野生树种，是本地栽培苹果树的近缘种。在保护区内仅有不到120株的红肉苹果成熟植株，红肉苹果面临的主要威胁是生境丧失和过度放牧（这致使其成熟植株受到损害，同时也导致较高的幼苗死亡率）。自然保护区针对分布在保护区核心区和缓冲区的成熟红肉苹果树开展了一项监测计划，以记录这一树种成熟个体的生存状况。这项监测计划同时也监测和记录树木周围生境的变化和放牧压力。



#### 目标受众：

Sary-Chelek保护区管理人员  
林业部门  
当地牧民  
项目赞助者

#### 项目实施方：

Sary-Chelek保护区  
FFI（野生动植物保护国际）

**研究问题：** 红肉苹果树的数量和生存状况随时间而变化吗？

#### 数据收集计划及抽样设计

- 开展初步调查以明确红肉苹果在保护区的分布位置。对每一个个体或集群植株，发现植株后便利用GPS记录它们的方位并用标牌标记，以便后续的调查人员找到它们。
- 在获得调查数据后，将个体位置标记在地图上。
- 选择20个个体或集群（几棵距离很近的同种树木）的分布点作为长期监测项目点。为了保证项目点能够代表保护区的情况，在保护区的核心区和缓冲区分别选择10块样地作为重复。理想的情况是树木个体被随机选择，但是由于巡护小组的资源有限，不足以完全覆盖整个保护区，因此监测样地通常靠近巡护路线。
- 对于在监测项目里的每一个个体或集群而言，使用长钉和长绳划定一个20m x 20m的正方形样地。
- 在每一块20m x 20m样地内，记录每个个体树木的大小（高度和胸径）、生长状况（是否有死枝存在，是少量还是大量）、牲畜损害树种的程度（不存在、弱或强）。

### 数据收集计划及抽样设计（续前页）

- 在每个20m x 20m样地内，评估放牧压力的强度（从无到低、中、高到非常高），记录任何发现的幼苗大小、数量及生长情况，同时也要将样地的基本情况（包括草本、被压木、灌木和乔木覆盖率）记录在案。
- 最后在样地的四个角对样地中心进行拍摄。
- 在每一年同一时间回访样地并重复测量（a）成熟树种个体大小、生长状况、牲畜损害情况（b）每个样方内放牧强度，以及样地内幼苗数量、大小和生长状况。同样在样地的四个角对样地中心进行拍摄照片。

### 所需的成员和资源

#### 成员：

资深的保护区工作人员，负责数据收集和数据分析的监督工作；

两位技术人员或学生，协助开展数据收集工作。

#### 设备：

- 开展样地监测的交通工具；
- 胸径尺（测量胸径）；
- 测绳、测竿（以丈量样地）；
- 罗盘及地图；
- GPS（在地图上定位并记录个体的位置）；
- 电池；
- 急救箱；
- 数据表格（实地录入数据）；
- 数码相机（记录个体生长情况）；
- 电脑及软件（录入数据并分析，例如：MS Excel）。

### 数据的分析与展示

#### 分析：

- 简单描述性统计数据 and 图表用于（a）表示保护区内树木的存活率、生长率和放牧压力的变化趋势（b）保护区内核心区与缓冲区中上述不同变量的差异。

#### 展示监测结果：

- 技术报告包含了所有方法与结果的细节，包括：地图（显示研究区域和树种位置）、图表及固定拍摄点影像照片；
- 与当地牧民、林业部门及其他利益相关方召开座谈会，使用PPT和照片呈现监测结果，说明保护区内红肉苹果种群的关键变化。在会议上讨论解决问题的方法。

**注意：**本案例仅展示了Sary-Chelek保护区实施的一系列监测计划的一部分。在FFI的协助下，保护区管理团队也对其他濒危树种种群进行监测（例如一种叫Korshinsky的梨*Pyrus korshinskyi*和波斯花楸*Sorbus persica*），同时也包括了对当地森林环境的监测。结果被用于发现保护区内受威胁最严重的区域。

在未来，保护区的管理人员希望能监测到保护行动的有效性。他们将用山楂树的枯枝作为篱笆将20棵红肉苹果树与放牧牲畜隔离，作为对照组设置20棵没有任何保护的苹果树，比较两组处理间在放牧压力和自然更新能力方面的差异，从而评估保护区内的保护行动是否有效。

## 2) 采集树脂对全球濒危树种的健康和生存的影响监测项目

概要：西印度群岛生长的兰桑树 *Protium attenuatum*，可以产生兰桑树脂，这是一种具有经济和文化价值的资源。兰桑树脂通常为宗教仪式中使用的香料。这种树木由于被过度开发利用，其分布范围已经减少了很多，成为了一种全球性的濒危物种。作为可持续采集树脂项目计划的一部分，项目制定了监测计划，从而来了解目前以开孔方式采集兰桑树脂对蓝桑树的生长和存活的影响，项目组在圣卢西亚开展了监测活动。



### 目标受众：

树脂采集者  
林业部门  
圣卢西亚政府  
消费者（公众及教会）  
其他保护学家及科学家  
赞助者

### 实施方：

圣卢西亚林业部  
FFI（野生动植物保护国际）

研究问题：目前采树脂的方法是否对兰桑树的健康及生存具有显著影响？

### 数据收集计划及抽样设计

- 明确研究地点，哪里是采集者采集树脂最频繁的地区？
- 在样地内随机选择40棵未采集过树脂的兰桑树（对照组）。这些树按四种径级分类采样，每一径级数量一致，分别是：小树（胸径15.0–19.9厘米）、中树（胸径20.0–24.9厘米）、大树（胸径25.0–29.9厘米）、特大树（胸径大于30.0厘米）。
- 随机选择40棵已被采集过树脂的兰桑树（实验组），确保这40棵也按上述径级平均分类采样。
- 树上不要有标记，采集者将不会意识到哪棵树处于监测之中。
- 在开展这项研究之前，测量对照组和实验组每棵树木的胸径，记录能够反应树木生长状态的指标：树冠形状、白蚁穴道的数量、蛀虫的数量和树干上虫蛀痕迹的数量。
- 两年半的时间里，每年重复两次上述的测量。
- 每隔两周检查并确认实验组的树木是否仍然被采集树脂、对照组的树木是否未被采集树脂。记录任何树的损伤及死亡情况。
- 每两周开展一次检查需要大量人力资源，但是需要保证固定两名工作人员专门负责观测和记录每六个月测量的胸径和树木生长状态的其他指标，以减少因人员变动带来的误差。



## 所需的成员和资源

## 成员：

8名工作人员，轮流开展工作，每两周检查树木并记录数据。其中2人固定每六个月负责记录树木胸径及树木生长情况。1人负责数据分析。

## 设备：

- 每两周去样地的交通工具；
- 胸径尺；
- 罗盘及地图；
- GPS（在地图上定位并记录调查个体的位置）；
- 急救箱；
- 数据表格（实地记录数据用）；
- 数码相机（记录个体生长情况）；
- 电脑及软件（录入数据并分析，例如：MS Excel）；
- 护腿（防止蛇咬）。

## 数据的分析及展示

## 分析：

- 将实地测量的数据录入到MS Excel表格中。
- 简单的描述性统计及图表用于比较不同处理间的平均值（例如：树木平均生长率、生长情况指标和死亡率）及径级的均值。使用MS Excel分析。
- 使用数理统计检验分析比较实验组和对照组相同径级的生长率生长情况指标和死亡率。检验方法包括非参数检验、秩和检验、P值检验。使用XLSTAT统计软件包开展上述检验。

## 展示监测结果：

- 技术报告包含了所有方法与结果的细节，包括：地图（显示研究区域和树种位置）、图表、固定拍摄点照片和统计检验结果。
- 与树脂采集者、林业部门及其他利益相关方召开座谈会，使用PPT和照片呈现调查结果，在会议上讨论解决问题的方法。
- 撰写科学论文，并向顶尖科学期刊投稿，将监测方法和结果呈现给其他科学家。

**注意：**此监测项目于2010年至2013年在圣卢西亚开展，项目揭示了传统或消耗性的树脂采集活动严重影响兰桑树的生长及其生存环境，每年导致6%的树木个体死亡。该项研究发现，在大量采集树脂的区域生长的未被采集的树木更易腐朽，验证了病原微生物可以从受到损伤的树木宿主扩散到未采脂的树木上的观点。当地的采集者正在学习新的替代方法，在不伤害这些树木的前提下，仍然能够采集到经济价值很高的兰桑树脂。

## 重要贴士

当你将自己的监测计划付诸实践时，有必要记住以下做好监测项目计划的原则。

- 1) 一致性。使用相同的方法收集数据，尽量使用相同的设备，相同的工作人员，在相同的地点和每年相同的频率等。
- 2) 简单化。越简单、耗时越少的监测方法越会有持续性、越准确。
- 3) 向他人学习。如果你知道其他人也在监测相同的物种，或解决相同的问题，尝试使用和他们一样的方法。这将有助于你的数据与他的数据比较。
- 4) 记录完整的方法。写下完整的操作细节，使他人能够很好地重复你的方法。
- 5) 诚实。不要迫使你的结果符合你的期望。如果结果有波动或与你的预期相反，请依然真实的记录它们。
- 6) 使用你的数据。监测可以帮助你了解你的项目进展如何。用你自己的数据来说明和解释其揭示的结果。

## 部分参考材料及更多指导

### 监测的基本指南

Bibby, C.J. and Alder, C. (eds) (2003) *The Conservation Project Manual, Section 6: Monitoring and Evaluation*. BP Conservation Programme, Cambridge, UK. Available at: [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_3a](http://bit.ly/gtc_ref_3a)

### 森林树木监测技术及抽样设计指南

Coe, R. (2008) *Designing ecological and biodiversity sampling strategies*. Working Paper no. 66, World Agroforestry Centre. Available at: [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_3c](http://bit.ly/gtc_ref_3c)

Newton, A.C. (2007) *Forest Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. Oxford University Press, UK. Available to order at [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_3d](http://bit.ly/gtc_ref_3d)

Reimoser, F., Armstrong, H. and Suchant, E. (1999) Measuring forest damage of ungulates: what should be considered. *Forest Ecology and Management*: 20 (1-3), 47-58. Available at: [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_3e](http://bit.ly/gtc_ref_3e)

Synott, T.J. (1979) *A Manual of Permanent Plot Procedures for Tropical Rainforests*. Tropical Forestry Paper No. 14, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, Oxford, UK. 67 pp.

United States Department of Agriculture (USDA) Forest Service (2003) *Multiparty Monitoring and Assessment Guidelines for Community-based Forest Restoration in Southwestern Ponderosa Pine Forests, Chapter 5: Ecological Monitoring Tools and Methods*. Available at: [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_3f](http://bit.ly/gtc_ref_3f)

### 保护行动有效性监测指南

The Conservation Measures Partnership (2013) *Open Standards for the Practice of Conservation Version 3.0*. Available at: [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_3g](http://bit.ly/gtc_ref_3g)

Introduction to SMART Conservation Software: [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_3h](http://bit.ly/gtc_ref_3h)

Elliot, S., Blakesley, D. and Hardwick, K. (2013) *Restoring Tropical Forests: A Practical Guide*, Royal Botanic Gardens, Kew, UK. 344pp. Available at: [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_3i](http://bit.ly/gtc_ref_3i)

### 基本数理统计分析指南

Kindt, R. and Coe, R. (2005) *Tree Diversity Analysis. A Manual and Software for Common Statistical Methods for Ecological and Biodiversity Studies*. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, Kenya. Available at: [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_1h](http://bit.ly/gtc_ref_1h)

如需获得更多信息，可下载本系列中的其他简报，请登录我们的网站：  
[www.globaltrees.org/resources/practical-guidance](http://www.globaltrees.org/resources/practical-guidance)

## 致谢

感谢Aseng Tan和Katie Lee Brooks (FFI)、Pablo Hoffmann (Sociedade Chauá)和Steven Brewer为本简报提出建议。(本简报中文版由FFI中国植物项目及志愿者编译完成，本章翻译：邓昭衡，校对：胡育骄，杨霁琴。)