

## 第三章 采购需求

### 一、项目背景

党中央、国务院高度重视海南国家生态文明试验区建设。2019年1月23日，中央全面深化改革委员会第六次会议审议通过《海南热带雨林国家公园体制试点方案》，明确提出“研究设立热带雨林等国家公园，构建以国家公园为主体的自然保护地体系，按照自然生态系统整体性、系统性及其内在规律实行整体保护、系统修复、综合治理。”2022年4月11日，习近平总书记来到海南热带雨林国家公园五指山片区考察是指出，海南以生态立省，海南热带雨林国家公园建设是重中之重，要跳出海南看这项工作，视之为“国之大者”，热带雨林国家公园是宝库，是水库、粮库、钱库，更是碳库，要充分认识其对国家的战略意义。因此以习近平总书记生态文明思想为指导，全面贯彻落实习近平总书记考察海南热带雨林国家公园的重要讲话和指示精神、《生态文明体制改革总体方案》、《建立国家公园体制总体方案》、《海南热带雨林国家公园体制试点方案》、《海南热带雨林国家公园总体规划（2019-2025）》的要求，开展海南热带雨林国家公园生态系统定位观测研究站组网体系建设，为热带雨林国家公园构建科研监测研究平台，依托平台开展的生物多样性与生态系统保护与热带雨林生态恢复、监测巡护、社区共建共管、科普教育、人才培养等方面科研监测工作，将为海南热带雨林国家公园建设和可持续与有效管理提供科技支撑。

### 二、项目概况

1、项目名称：海南热带雨林国家公园生态系统定位观测研究站组网体系建设。

2、项目地点：海南热带雨林国家公园。

3、目标任务：以热带雨林国家公园为重点，构建以尖峰岭、霸王岭、五指山等国家和省部级台站为核心，吊罗山、鹦哥岭、黎母山、毛瑞等台站为重要节点的国家公园生态系统长期定位观测网络，同时结合天（卫星遥感）+空（无人机等）+地（大样地+公里网格样地+长期固定样地）进行立体式监测，形成热带雨林国家公园生态系统定位观测研究组网标准体系、管理体系及观测数据传输体

系，构建完成热带雨林国家公园生态系统定位观测组网体系，编制《热带雨林国家公园生态系统定位观测研究发展规划》专题报告，为国家公园智慧雨林建设和生物多样性保护与修复提供科技支撑，从而综合提升全省生态站建设和观测研究水平，实现网络化与可持续研究，促进海南省生态系统长期定位观测的健康发展。

4、采购预算金额：6,200,000.00 元。

5、资金来源：2023 年省财政热带雨林国家公园项目。

6、采购人：海南省林业局。

7、分包情况：不分包。

### 三、技术要求

#### A. 工作内容

根据生态定位观测网络建设工作思路，生态组网体系建设主要分为四个方面：

##### 1. 完善台站建设空间布局，实现国家公园全覆盖

在国家公园范围内已建立的尖峰岭、霸王岭、五指山和吊罗山 4 个野外监测站基础上，新建毛瑞、鹦哥岭和黎母山等 3 个监测点，进行国家公园全覆盖监测。

##### 2. 加强生态监测基础设施建设，提升野外观测能力

提升生态系统水分、生物、气象、土壤和环境等要素的观测能力，缩小不同台站之间监测水平的差距。打造智慧化、智能化、自动化的野外监测站网络，为国家公园智慧雨林建设提供科学数据和研究成果支撑。

##### 3. 强化生态监测能力建设，实现多站联网观测研究

基于尖峰岭、霸王岭、五指山、吊罗山、鹦哥岭和黎母山已经初步建立了由近 300 个森林长期动态监测样地（含尖峰岭 60 公顷原始林和 64 公顷次生林大样地、吊罗山 20 公顷原始林大样地）组成的热带雨林国家公园生态质量监测系统、生态系统碳汇能力监测系统、生物多样性监测网络系统、森林水文、小气候和土壤监测设施等，在毛瑞、鹦哥岭和黎母山等片区新建 30 个植被固定监测样地，在尖峰岭和吊罗山等片区开展 20 个固定样地复查工作，样地建设、调查和复查

按照森林植物生物多样性监测方案等相关标准进行，初步构建国家公园公里网格化生态监测网络，提升各野外台站监测数据质量，按照相关标准要求补齐各台站缺少的监测指标。整合生态监测大数据及其研究成果。

在国家和行业生态监测站相关标准框架下，研建符合海南热带雨林生态监测的统一监测标准、监测仪器和数据质控规范体系。在国家公园 7 个片区开展统一的水分、气象、土壤、生物和环境要素等方面的系统生态监测。

#### 4. 开展智慧生态监测站网体系建设

从以下三个方面开展智慧生态站建设：一是实现野外监测数据采集、传输等的智能化；二是监测数据处理分析的自动化；三是监测站点的大数据集成与应用的智慧化。根据国家和海南对新时期生态环境建设的要求，将生态监测成果利用互联网+技术向公众进行展示、向行业或政府管理部门进行上报。依托已建成的尖峰岭国家站数据库管理平台，以已建的霸王岭、五指山和吊罗山等 3 个野外台站和拟新建的毛瑞等 3 个监测点整合到数据管理平台，并拓展与优化相关应用功能，与热带雨林国家公园智慧平台进行对接，建设新型智慧生态监测站和站网体系，突破生态监测大数据整合和应用技术的发展瓶颈。实时展示生态监测成果，完成国家公园生态监测数据管理平台建设。

#### B. 工作标准

##### 1. 台站空间布局与生态监测基础设施建设

从空间布局上，国家公园内 7 个分局都需要各自至少建立一个生态监测站或监测点。目前国家公园内已建立了尖峰岭、霸王岭、五指山和吊罗山 4 个野外监测站，需要新建毛瑞、鹦哥岭和黎母山等 3 个监测点，进行国家公园全覆盖监测。

森林生态系统水文要素观测设施的建设内容，包括蒸散量观测场、水量空间分配格局观测场、配对集水区与嵌套式流域观测场。森林生态系统土壤要素观测设施的建设内容，包括土壤理化性质观测场、土壤有机碳储量观测场、土壤呼吸

观测场、土壤酶活性及微生物观测场、根际微生态区观测场、土壤水分观测场。森林生态系统气象要素观测设施建设内容，包括常规气象观测场、森林小气候观测场、微气象法碳通量观测场、温室气体观测场、大气干湿沉降观测场、负离子及痕量气体观测场。森林生态系统生物要素观测设施的建设内容，包括长期固定样地观测场、物候观测场、植被层碳储量观测场、凋落物与粗木质残体观测场、树木年轮观测场。

本项目将更新和补充完善尖峰岭国家级生态监测站的设备设施并开展深化监测研究，完善补充霸王岭、五指山和吊罗山生态监测站的监测设备设施，新建毛瑞、黎母山和鹦哥岭 3 个监测点要按规范要求统一进行设备设施的建设。提升生态系统水分、生物、气象、土壤和环境等要素的观测能力，缩小不同台站之间监测水平的差距。打造智慧化、智能化、自动化的野外监测站网络，为国家公园智慧雨林建设提供科学数据和研究成果支撑。

## 2. 台站生态监测能力建设

基于尖峰岭、霸王岭、五指山、吊罗山、鹦哥岭和黎母山已经初步建立了由近 300 个森林长期动态监测样地（含尖峰岭 60 公顷原始林和 64 公顷次生林大样地、吊罗山 20 公顷原始林大样地）组成的热带雨林国家公园生态质量监测系统、生态系统碳汇能力监测系统、生物多样性监测网络系统、森林水文、小气候和土壤监测设施等，在毛瑞、鹦哥岭和黎母山等片区新建 30 个植被固定监测样地，在尖峰岭和吊罗山等片区开展 20 个固定样地复查工作。系统开展热带雨林生态质量、热带雨林碳汇形成机制、生物多样性变化格局及维持机理、热带雨林应对全球气候变化及其相应机制等方面的监测研究。提升各野外台站监测数据质量，按照相关标准要求补齐各台站缺少的监测指标。整合生态监测大数据及其研究成果。在国家 and 行业生态监测站相关标准框架下，研建符合海南热带雨林生态监测的统一监测标准、监测仪器和数据质控规范体系。在国家公园 7 个片区开展统一

的水分、气象、土壤、生物和环境要素等方面的系统生态监测。

表 1 国家公园新建与复查样地与土壤取样

生态站	样地	土壤取样
尖峰岭生态站	复查 5 个样地	125 份
霸王岭生态站	复查 5 个样地	125 份
五指山生态站	复查 5 个样地	125 份
吊罗山生态站	复查 5 个样地	125 份
黎母山监测点	新建 10 个样地	250 份
鹦哥岭监测点	新建 10 个样地	250 份
毛瑞监测点	新建 10 个样地	250 份

### 3. 生态监测方案

#### 3.1 森林植物多样性调查技术方案

在热带雨林植物群落调查样方的面积为 50 m×50 m，观测记录包括乔木层、灌木层、草本层和层间植物。各层次的具体调查内容如下：

(1) 乔木层：记录样方内出现的全部乔木种，测量所有 DBH≥3.0cm 的植株胸径和高度，记录其存活状态。

(2) 灌木层：记录样方内出现的全部灌木种。选择面积为 10 m×10 m 的两个对角小样方进行调查，对其中的全部灌木分种计数，并测量基径和高度。

(3) 草本层：记录样方内出现的全部草本种类。测量和记录样方四角和中心点上共 5 个 1 m×1 m 的草本层小样方中，每种草本植物的多度和盖度。

(4) 层间植物：记录出现的全部寄生、附生植物和攀援植物种类，并估计其多度和盖度。

具体的调查步骤和技术规范如下：

##### 3.1.1 样方地点的选择

在样方选择时应注意：(1)群落内部的物种组成、群落结构和生境相对均匀；(2)群落面积足够，使样方四周能够有 10 - 20 m 以上的缓冲区；(3)除依赖于特

定生境的群落外，一般选择平(台)地或缓坡上相对均一的坡面，避免坡顶、沟谷或复杂地形。

### 3.1.2 样方设置

(1) 天然林样方面积一般为  $2500\text{m}^2\sim 10000\text{m}^2$ ，人工林样方面积一般为  $600\text{m}^2\sim 900\text{m}^2$ 。形状一般为正方形，如实际情况不允许，也可设置为长方形形状，但必须由若干个  $10\text{m}\times 10\text{m}$  的小样方组成。

(2) 以罗盘仪确定样方的四边，闭合误差应在  $0.5\text{m}$  以内。以测绳或塑料绳将样方划分为  $10\text{m}\times 10\text{m}$  的样格。

(3) 对于连续监测样方，以硬木材质的木桩标记样方的四边和网格，样方四边木桩地上部分留  $30\text{cm}$  左右，内部网格木桩地上部分留  $15\text{cm}$  左右(如条件允许，可以将磁铁埋在各木桩的位置，以防人为破坏的影响)。

### 3.1.3 样方环境因子调查

调查项目详见 3.1.8 群落调查表。除调查表所要求的项目外，还需完成如下项目：

(1) 群落照片：包括群落外貌、群落垂直结构、乔木层、灌木层、草本层和土壤剖面等。数码照片的分辨率应在 800 万像素以上。

(2) 温湿度测定：采样频率为  $10\text{min}$ ，测定时间 1 年以上。空气温湿度测定时，HOB0 应固定在离地表  $1-2\text{m}$ 、不会受到阳光直射的树干上；土壤温湿度测定中，HOB0 应埋在距地表  $10\text{cm}$  处。

### 3.1.4 乔木层调查

(1) 记录林分状况：个体所属层次(乔木层/亚乔木层/更新层)、健康状况(正常/折枝/倾斜/翻倒/濒死/枯立/枯倒)。

(2) 树木编号：由样格号+树号组成。对于连续监测样方，每个个体挂上预先统一制作的识别牌。

(3) 物种记录：为便于标本采集和鉴定，一般要求在野外确认到属。

(4) 胸径测定：在每个样格中，对于所有  $DBH \geq 3.0\text{cm}$  的树木个体，记录种名，测量 DBH。对于连续监测样方，须在 DBH 测量处进行标记。

(5) 树高测定：树高的测定较困难。一般要求每个径级都要测定若干个体，以使建立的树高与 DBH 之间的关系能够代表群落的整体情况。一般来说，树高的测量株数应是 DBH 测量株数的 1/3 以上。

### 3.1.5 灌木层调查

选取样方对角的两个样格，对灌木层进行详细调查。逐株(丛)记录种名、高度、株数、基径等。测量个体包括灌木种和未满足乔木层测量标准的更新幼树。

### 3.1.6 草本层调查

(1) 在样方四角和中心设置 5 个  $1\text{m} \times 1\text{m}$  的小样方。连续监测样方须以木桩标记草本小样方的位置。

(2) 在每个草本小样方内，记录所有草本维管植物的种名、平均高度、盖度和多度等级。

(3) 在其中两个  $1\text{m} \times 1\text{m}$  小样方内收获草本层地上生物量和地表枯落物、称取鲜重，并取样带回实验室烘干称重。

(4) 在每个样格中，仔细搜寻在草本小样方中未出现的草本物种，记录种名。

### 3.1.7 枯死木调查

#### (1) 调查方法

#### 1) 枯死立木

全样地调查，与活立木测量同时进行，将枯死立木划分为以下两类：①树干树冠几乎完整，看上去像活树（除叶子凋落外）；采用与活立木相同的方法进行测量。②包含干折木、冠折木等；用胸径尺测量基径和胸径，用与测量活立木相

同的方法测量胸径，用测高仪测量树干的高度，估测树干顶部的直径。

## 2) 枯死倒木

全样地调查：木材直径 $\geq 5\text{cm}$ 、长度 $\geq 1\text{m}$ 的枯死木与乔木调查同步进行，即在 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 的样方内进行调查；直径 $< 5\text{cm}$ 的枯死木，则归为地表枯落物。样方内所有枯死木需测量中央直径和长度，并测定枯死木的腐烂等级（轻度、中度和重度腐烂）；然后根据直径、长度和密度计算枯死木的体积最终换算得到生物量。野外调查中，枯死倒木腐烂等级的简易判断标准为：轻度为砍刀不会陷入木材中（被弹开），中度为砍刀部分会陷入木材中，且已经有部分木材损失；重度为砍刀陷入木材中，有更大范围的木材损失，且木材非常易碎。

### (2) 枯死木取样

采集各个密度级的木材标本以测定密度（单位容积的干重）；木材样本的数量取决于该林区内不同树种之间的差异变化。但各个密度级内的每个物种组至少要采集 10 个样本。比如，对于硬木和软木混交林，每个树种组都需要按每个密度级采集 10 份枯木标本，即硬木树种和软木树种分别采集 30 份标本。

用油锯或手锯从选中的一段枯木上切下完整的圆盘；

测量圆盘的直径(L1, L2)和厚度(T1, T2)来测算体积；样本的大小应记录在数据表中，但可以记录圆盘的鲜重。

1) 将样本放入纸袋，带回实验室，使圆盘在 $60^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 下烘干至恒重，并称重；

2) 用以下公式计算密度：

$$\text{密度 (g. cm}^{-3}\text{)} = \text{重量 (g)} / \text{体积 (cm}^3\text{)}$$

其中：重量=烘干后的样本质量；体积= $\pi \times (\text{平均直径}/2)^2 \times \text{样本的平均宽度}$ ；求出各个密度级的平均数，得到轻度、中度和重度腐烂等级样本的平均密度。

## 3.1.8 群落调查表

群落调查的内容和测定项目是通过填写群落调查表完成的,群落调查表包括样方基本信息表和群落调查记录表。森林群落调查表包含下列内容:

- (1)群落类型: 样方的群落类型。
- (2)调查地: 样方的所在位置, 如区县市村镇或林业局(场)小班和保护区名称, 并标在地形图上。
- (3)经纬度: 用 GPS 确定样方所在地的经纬度。
- (4)海拔: 用海拔表确定样方所在地的海拔。值得注意的是, GPS 测定海拔高度的误差较大, 应尽量避免使用 GPS 测定海拔高度。
- (5)地形: 样方所在地的地貌类型, 如山地、洼地、丘陵、平原等。
- (6)坡位: 样方所在坡面的位置, 如谷地、下部、中下部、中部、中上部、山顶、山脊等。
- (7)坡向: 样方所在地的方位, 以 S30° E(南偏东 30 度)的方式记入。
- (8)坡度: 样方的平均坡度。
- (9)面积: 样方的面积, 一般为 600m<sup>2</sup> 或 1000m<sup>2</sup>, 记为 20m×30m 或 20m×50m。
- (10)土壤类型: 样方所在地的土壤类型, 如褐色森林土、山地黄棕壤等。
- (11)森林起源: 按原始林、次生林和人工林记录。
- (12)干扰程度: 按无干扰、轻微、中度、强度干扰等记录。
- (13)群落层次: 记录群落垂直结构的发育程度, 如乔木层、灌木层、草本层等是否发达等。
- (14)优势种: 记录各层次的优势种, 如某层有多个优势种, 要同时记录。
- (15)群落高度: 群落的大致高度, 可给出范围, 如 15 - 18 m。
- (16)郁闭度: 各层的郁闭度, 用百分比表示。
- (17)群落剖面图: 该图对了解群落的结构、种间关系、地形等非常重要。
- (18)调查人、记录人及日期: 记录该群落的调查人和记录人, 并注明调查日

期，以备查用。

(19) 群落调查记录表：记录群落的各调查项目，包括物种、DBH、树高及其他特征。

### 3.2 土壤调查监测

土壤调查采用剖面法，在样方附近挖土壤剖面 1 - 2 个，按土壤自然发生层（O 层、A 层和 B 层）观测并记录土层厚度，对土层间过渡状况等进行描述，记录信息。沿剖面采用环刀法分层（0~10 cm，10~20 cm，20~30 cm，30~50 cm，50~100 cm）采集土壤，用于测定土壤容重，土钻法分层采样测定土壤有机碳、全氮、全磷含量。

(1) 样点选择：设置在灌木层调查的样方内。

(2) 采样层次、深度和频度：在每一个采土点上，按照 0~10 cm，10~20 cm，20~30 cm，30~50 cm，50~100 cm 5 个层次采集样品；若土壤层无法达到 100 cm，则采至基岩为止，记录实际深度。土壤样品在旱季（4 月）和雨季（9 月）各采集 1 次。

(3) 土钻取样：在灌木样方内使用内径  $> 5$  cm 的土钻，按 0 ~ 10 cm，10 ~ 20 cm，20 ~ 30 cm，30 ~ 50 cm，50 ~ 100 cm 分层随机取样，每层三个重复。同一样地 3 个灌木样方的同层次土样组成该层次混合样品。取样时尽量保持每个小土体的完整性，尽早进行风干处理。

(4) 土壤剖面采样与容重测定

在调查样地内选择 1 个未受人为干扰、植被结构和土壤具代表性的地段，挖掘 1 个土壤剖面深至 1 m，不够 1 m 至基岩为止。对土壤剖面进行拍照并将照片号记录到附表 1-10 相应位置。拍照时将米尺（或卷尺）立于向阳剖面，调好位置和焦距，保证包含剖面 1 m 内所有土层。

(5) 特殊考虑

### 1) 石质土壤

对于多石土质，土钻无法打入土体，这种情况下可采用多点采样法。使用土铲获得 0~10 cm 的表层土壤样，注意每一点的土壤量应尽可能一致，然后混合。深层土壤样以挖剖面的方法采集，并按上述方法测定相应层次的土壤容重。如果石质过多，无法使用环刀进行容重测定，则采用特殊容重测定方法。测定表层（0~10 cm）容重时，在表土挖取深 10 cm 的小坑，上下口径尽可能相一致（圆柱状），收集挖出的全部土壤，测定其总重量，并取部分带回室内测定含水量，依此计算出小坑土壤的干重。为了测定小坑的容积，在小坑内放上尼龙薄膜，注水至坑的上沿，然后再用量筒测定其中水的总体积，即为小坑的容积。小坑土重除以容积，即为土壤容重。

### 2) 泥炭土

泥炭土的测量不同于土壤矿质土，测定泥炭土碳需考虑和分解相关的各种变化，而不是沉淀。泥炭土碳变化的估算方法：挖一定数量和一定面积的小坑，把其中的木质和细质泥炭分开并称重，然后转化为单位体积下的烘干重。

## 3.3 植物和土壤取样和理化性质测定

### 3.3.1 植物取样

乔木和灌草样品采集只采集 1 次，凋落物样品在旱季和雨季各采集 1 次。

#### (1) 乔木树种样品采集

对样地生物量贡献率占前 5 位的优势树种分器官取样，供碳、氮、磷含量分析。其中，每种优势树种按大、中、小径级共选择 3~5 株样木，按叶、枝、干、根（2 cm~5 cm）取样，同器官混合形成一个样品。每个样品鲜重 300 g 左右。

#### (2) 灌草样品采集

将样方内所有灌木层和草本层植物全部收获并分根、枝干、叶称重，分别取约 300 g 代表性样本称鲜重后，带回实验室烘干测其干重。

说明：高度小于 50 cm 的小灌木及乔木幼苗等划归为草本层。

### (3) 地表凋落物采集

调查方法：与灌草层同步调查，可参考灌草层的方法。在测定灌草层生物量的样方内选择代表性地段，布置 1 m × 1 m 的代表性小方框（通常用 PVC 管或铝做成），每个样地从 5 个林下灌草层生物量的样方选 3 个布置凋落物收集小方框，将样方框里的所有枯落物收集并称重。将枯落物混合后选取 1 分样品称量鲜重，并带回实验室烘干测定其干重。

### 3.3.2 样品制备

#### (1) 植物样品的制备

野外采回的植物样品，在 65℃ 恒温箱中烘干至恒重，粉碎，过 60 目筛（筛孔 0.25 mm）后，混合均匀，储存、备用做化学分析。

#### (2) 土壤样品的制备

野外采回的土壤样品，首先剔除土壤以外的侵入体（如植物残根、昆虫尸体和砖头石块等）和新生体（如铁锰结核和石灰结核等），尽快风干。风干土样用木棍压碎后先过 10 目（2 mm 筛孔），以四分法取适量样品磨细过 100 目筛（0.149 mm 筛孔），供碳、氮、磷分析测定使用。

### 3.3.3 样品分析方法

土壤容重是指保持土壤自然结构状态的单位体积烘干土的质量。土壤容重的测定主要有土壤环刀法，见 LY/T1215-1999（即 GB 7835-87）。

土壤有机质是指存在于土壤中的动、植物及微生物体以及它们在不同分解、合成阶段的各种产物，是森林土壤肥力和土壤 C 素库的重要指标。土壤有机质含量采用重铬酸钾氧化—外加热法测定，详见 LY/T 1237-1999（即 GB 7857-87）。

氮素是动植物有机体的重要组成元素，土壤氮与土壤有机质密切相关，土壤全氮用半微量凯氏法或扩散法，详见 LY/T 1228-1999（即 GB 7848-87）。

野外凋落物经过风干后装进牛皮纸袋放到恒温干燥箱 85℃烘干至恒重，密封或稍后磨碎、过筛等制样处理，再作碳、氮等化学分析。详见 LY/T 1211-1999 森林植物(包括森林枯枝落叶层)样品的采集与制备(即 GB 7831-87)、LY/T 1267-1999 森林植物与森林枯枝落叶层样品的制备(即 GB 7884-87)、LY/T 1269-1999 森林植物与森林枯枝落叶层全氮的测定(即 GB 7886-87)。凋落物碳含量测定参照土壤有机质测定方法，即采用重铬酸钾氧化—外加热法测定，详见 LY/T 1237-1999 (即 GB 7857-87)。

### 3.3.4 土壤碳素储量计算

土壤层：天然林—根据 0-100cm 土壤层所取的土壤样品分析结果，构建不同层次土壤碳、氮含量与土壤深度之相关关系模型，并根据各层土壤容重，计算各土壤层的碳库和氮库值；对应 0-30cm 的取样样地资料，推算其 100cm 土层的碳库和氮库。没有进行土壤和凋落物测定的样地，则根据植被数据进行反演推算。所有的人工林的样地则按照 0-100cm 的土壤剖面进行取样分析。

凋落物层：根据已测样地凋落物现存量烘干恒重与碳、氮含量以及小样方取样面积来计算林地单位面积的凋落物碳、氮储量，然后各植被类型凋落物碳、氮储量模型，并运用模型推算全岛森林凋落物层碳、氮储量。

所取的植物、土壤和凋落物样品均进行预处理，预处理的方法是：样品取回后，如果需要测定样品干鲜比的，则在 85℃的烘箱中烘干至恒重，称量干重后，仔细保存，然后分批送至本项目的分析机构进行分析。各样品的分析应按以下标准进行：

LY 1210-1999	森林土壤样品的采集与制备
LY/T 1228-1999	森林土壤全氮的测定
LY/T 1237-1999	森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算
LY/T 1238-1999	森林土壤腐殖质组成的测定
LY/T 1211-1999	森林植物(包括森林枯枝落叶层)样品的采集与制备
LY/T 1267-1999	森林植物与森林枯枝落叶层样品的制备
LY/T 1269-1999	森林植物与森林枯枝落叶层全氮的测定

### 3.4 生态因子监测方案

#### 3.4.1 地面气象因子监测

在国家公园 7 个片区内均有 1 个地面气象站开展全自动实时连续监测，尖峰岭和吊罗山设置三个不同海拔梯度，即热带季雨林、热带低地雨林和热带山地雨林的 3 个不同植被类型区域的地面气象站进行观测。所有数据参数包括风速风向、温湿度、大气压、太阳辐射、降雨量、土壤温湿度等由系统自动采集和存储。但每周应有专门人员进行设备维护、仪器状态检查、数据采集备份和整理工作。另外需要做好传感器每年一次的校正和标定工作。

#### 3.4.2 森林空气质量监测

森林空气质量监测主要监测指标有：空气负离子浓度、大气 PM<sub>2.5</sub>、大气 PM<sub>10</sub>、空气温湿度、风速和风向等。在尖峰岭和吊罗山该项监测内容每个季度使用移动式空气质量监测仪在低地雨林和山地雨林区域进行监测，每个监测区域设立 3 个监测点，监测时间为 09:00-12:00 时间段。

#### 3.4.3 森林水文水质监测

森林水文采用集水区测流堰法，水位计自动监测水位和水温，在尖峰岭、霸王岭、五指山和吊罗山开展监测。

水质监测为旱季与雨季在国家公园 7 个片区的的主要河流、溪流或瀑布采取水样，送实验室分析测定 pH 值、氨离子、氯化物、氟化物、硫酸根、硝酸根、总磷、总氮、电导率(TDS、总盐、密度)、溶氧等指标。

### 3.5 热带雨林生态系统生态质量评估

根据水分、土壤、气候和生物等的连续监测数据，选取适合的生态系统结构和功能指标，构建森林生态质量评价体系，对热带雨林生态系统生态质量开展评估。在区域尺度上，依据完整性原则、简明性原则、重要性原则、独立性原则、可评价性原则，按照层次分析法的思路，利用目标法结合实地调查和向专业人士

咨询，选取表征森林生态系统结构、多样性、生产力、生态功能等状态方面的要素来构建森林生态质量监测指标体系。

#### (1) 评价指标体系构建

在区域尺度上，森林生态质量监测指标体系共分为三级，其中一级指标 2 个，包括结构和功能指标，二级指标 4 个，三级指标 10 个。

#### (2) 指标数据无量纲化处理

研究采用相对标准评价法来评价，即以全国该指标当年的最佳值为标准，将其具有不同量纲的指标转变成无量纲的属性数据。

$$Y_i = Y_{ijk} / \max Y_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  为某一项指标的具体数值， $\max Y_{ijk}$  为当年该指标的最大值， $Y_i$  为该指标的评价得分值。

#### (3) 确定指标的权重值

研究采用权重加权法，即按照不同指标所占的权重进行加权，最后得到森林生态质量的综合指数。对权重的确定采用“层次分析法”与“专家打分法”来构建判断矩阵并通过一致性检验确定各评价指标的相对权重。由于森林生态质量是综合性的，因此衡量指标也需要复合型来表征。

#### (4) 建立森林生态质量综合评价模型

$$Z = \sum_{i=0}^n A_i Y_i$$

其中， $Z$  为森林生态质量综合评价结果， $A_i$  为某指标的权重， $Y_i$  为某指标的评价得分值。

### 3.6 热带雨林生态监测站数据库管理平台建设

依托尖峰岭国家站成熟的数据管理系统和平台，开放相应的接入端口，根据相应的监测数据和成果管理规范，对各生态站监测数据按照国家级生态站数据库

进行数据整理分析和标准化入库，并对监测结果进行系统展示。

主要功能需求包括三大部分：

数据传输和设备监控，包括：数据采集、数据无线传输、设备监控

数据库管理，包括：数据归档、数据处理、专题数据生产

数据网站，包括：数据更新管理、数据质量监控、数据备份和恢复、用户管理、数据库和网站安全管理、仪器设备空间布设情况、仪器设备运维监控、数据查询、统计分析、分发下载等。

### C. 成果要求

#### 1. 项目成果报告

《项目成果验收报告》、《海南热带雨林国家公园生态监测评估专题报告》。

#### 2. 成果数据

(1) 提交海南热带雨林国家公园生态因子监测数据（水、土、气、生等）。

(2) 构建热带雨林生态系统定位观测研究站网络及数据库管理平台。

## 四、商务要求

1. 服务地点：海南省境内，具体由采购人指定。

2. 合同履行期限（服务期）：自合同签订之日起计算，到 2023 年 12 月 31 日前完成。

3. 质量标准：合格。

4. 付款方式：

4.1 分期支付，支付时间和方式：

①本合同生效后，甲方凭乙方开具的合法有效发票 20 个工作日内向乙方支付合同总价的 60%，作为预付款。

②乙方完成成果初稿或完成项目进度的 80%后，甲方凭乙方开具的合法有效发票 20 个工作日内向乙方支付合同总价的 20% 。

③乙方根据专家评审意见修改报告，并向甲方提交验收合格（通过专家评审）

的正式成果后,甲方凭乙方开具的合法有效发票 20 个工作日内支付剩余技术服务费。

技术咨询服务费结算方式:甲方每次付款前,乙方应开具合法足额的增值税发票,甲方按照合同约定和发票金额进行支付。

4.2 因财政拨款、不可抗力等原因造成甲方逾期付款的,乙方表示理解,不视为甲方违约,乙方应继续履行己方义务。

5. 验收:项目结束后,成交供应商须配合采购单位做好项目验收工作。

6. 报价:供应商报价应当为总价包干价,包括但不限于前期准备工作、项目工作开展、成果报告编制、成果文件印刷、专家评审费用及相应后续服务等所有相关工作所发生的一切费用(含咨询、会议、差旅费、管理费及税金等所有费用)。

7. 知识产权:采购人在中华人民共和国境内使用供应商服务时免受第三方提出的侵犯其专利权或其它知识产权的起诉。如果第三方提出侵权指控,成交人应承担由此而引起的一切法律责任和费用。

8. 其它

(1) 供应商须以保证优质的服务质量为服务目标,不得恶意低价竞标。评标委员会认为供应商的报价明显低于其他通过符合性审查供应商的报价,有可能影响服务质量或者不能诚信履约的,将要求其在评标现场合理的时间内提供书面说明,必要时提交相关证明材料;供应商不能证明其报价合理性的,响应将作为无效响应处理。

(2) 其他未尽事宜以合同签订为准。