

国家公园监测技术指南

(试行)

国家林业和草原局

(国家公园管理局)

2023年8月

目录

国家公园监测技术指南.....	1
一、总体思路.....	1
1.1 背景与目标.....	1
1.2 原则.....	2
二、监测内容与指标.....	2
2.1 自然资源监测.....	3
2.1.1 森林资源.....	3
2.1.2 草原资源.....	3
2.1.3 湿地资源.....	4
2.1.4 荒漠资源.....	4
2.1.5 海洋资源.....	5
2.1.6 矿产资源.....	5
2.1.7 土地资源.....	6
2.1.8 水资源.....	6
2.2 生物多样性监测.....	6
2.2.1 生态系统多样性.....	6
2.2.2 物种多样性.....	7
2.2.2.1 植物多样性.....	7
2.2.2.2 菌物多样性.....	7
2.2.2.3 动物多样性.....	8
2.2.3 遗传多样性.....	9
2.3 自然人文景观和地质遗迹监测.....	10
2.3.1 自然与人文景观.....	10
2.3.2 地质遗迹.....	10
2.4 环境要素监测.....	11
2.4.1 气象.....	11
2.4.2 水文水质.....	11
2.4.3 土壤.....	11
2.5 可持续利用活动监测.....	12
2.5.1 生态旅游与自然教育.....	12
2.5.2 社区居民生产、生活和特许经营活动.....	12
2.5.3 科学研究和勘查监测.....	13
2.6 扰动和威胁监测.....	13
2.7 保护管理活动监测.....	14
三、体系架构.....	14
3.1 数据采集.....	14
3.2 数据传输.....	15
3.2.1 光纤网络.....	16
3.2.2 无线公网.....	16
3.2.3 卫星通信.....	17
3.2.4 无线自组网.....	17
3.2.5 700/800/900MHz 频段无线专网通信系统.....	18

3.2.6 微波.....	18
3.2.7 超短波.....	19
3.2.8 Wi-Fi 无线网络.....	19
3.3 数据存储与展示.....	20
3.4 数据分析.....	21
3.4.1“云边端结合”计算平台.....	21
3.4.2 云计算平台.....	21
3.4.3 边缘计算平台.....	22
3.4.4 星载/机载等传感器端平台.....	22
3.4.5 AI 识别算法.....	23
3.5 数据安全.....	23
3.6 应用服务.....	24
四、监测技术方法.....	24
4.1 人工监测方法.....	25
4.1.1 样地.....	25
4.1.2 样方（样圆、样木）.....	26
4.1.3 样线.....	26
4.1.4 样点.....	27
4.1.5 总体计数.....	27
4.1.6 巡护.....	27
4.1.7 社会访问.....	28
4.2 基于设备的监测方法.....	28
4.2.1 遥感卫星监测.....	28
4.2.2 航空/临近空间遥感监测.....	29
4.2.3 红外相机.....	30
4.2.4 声波监测.....	30
4.2.5 声呐（水声学）监测.....	31
4.2.6 卫星定位跟踪监测.....	31
4.2.7 视频监控技术.....	32
4.2.8 智能电子界桩.....	32
4.2.9 无人船.....	33
4.2.10 地面移动机器人监测.....	33
4.2.11 手持/背负式便携采集设备监测.....	33
4.3 基于实验室分析的监测方法.....	34
4.3.1 DNA 技术.....	34
4.3.2 土壤微生物测定.....	34
4.3.3 土壤理化分析.....	35
4.3.4 土壤动物分析.....	35
4.4 定位监测法.....	36
五、数据质量控制.....	36
5.1 总体要求.....	37
5.2 现场质量控制.....	37
5.3 实验室质量控制.....	37
5.4 遥感数据质量控制.....	38

六、监测报告编写.....	38
6.1 年度/五年监测报告.....	38
6.2 专题监测报告.....	38
6.3 监测报告格式要求.....	38
附件：国家公园监测指标与方法.....	40

一、总体思路

1.1 背景与目标

我国国家公园的建设要坚持生态保护第一、国家代表性、全民公益性的理念，实现自然生态系统的原真性、完整性保护，维护国家生态安全，为建设人与自然和谐共生的现代化强国筑牢生态根基。按照国家公园布局方案，我国已设和拟设的国家公园内分布着 5000 多种野生脊椎动物和 2.9 万余种高等植物，保护了 80% 以上的国家重点保护野生动植物物种及其栖息地，同时也保护了众多大尺度的生态廊道，以及国际候鸟迁飞、鲸豚类洄游、兽类跨境迁徙等关键区域。开展国家公园建设，需要落实好旗舰物种和重要生态系统保护、自然资源资产管理、统筹自然保护与社区发展、加强科技支撑保障、提升监测监管水平、增强科普宣教能力等多项任务，而做好国家公园监测是其中十分重要的基础性工作，意义重大。

国家公园监测，是指对国家公园范围内自然生态系统、生物多样性、自然与人文景观、环境要素等的动态和影响因素进行长期、连续、系统的观测、记录，并在此基础上开展数据发布、分析评价、预警预报和管理对策制定的活动。国家公园监测工作的作用可归纳为三个方面：一是了解国家公园内自然资源状况，为国家公园的自然资源保护和可持续利用提供有效信息；二是识别和预警国家公园内生物多样性和生态系统的动态变化和威胁因素，为生物多样性和生态系统的保护管理提供必要的数据和信息；三是评估保护管理工作成效，为实现长期保护管理目标提供支撑。

国家公园监测体系，是指构建统一的国家公园监测指标体系和数据采集方法，统筹采用样地、样方、样线等人工监测手段，和基于遥感卫星、无人机、地面红外相机、摄像头、声波记录仪和环境要素采集仪等设备的监测手段，构

成天空地一体化监测网络，为保护管理、风险预警提供支撑；同时，打通数据传输链路，推动各层级数据共享，最终实现看得到野生动植物、管得住人的智慧化管理模式，助力国家公园管理目标的实现。

鉴于国家公园、自然保护区、自然公园等各类自然保护地以及野生动物重要栖息地、野生植物原生境保护点等的监测对象和方法有许多共性，本指南阐述的国家公园天空地一体化监测体系，可同时作为以国家公园为主体的自然保护地体系以及其他生物多样性重要区域的监测解决方案。如在自然保护地外开展监测工作，以县为单元开展相关工作并提交数据。

1.2 原则

1、国家公园监测工作应在国家林业和草原局（国家公园管理局）（以下简称“国家林草局”）监测框架体系下，遵循统一方法、统一管理、共建共享、先进实用等原则。要加强顶层设计，充分利用现有基础，统一技术规范，实现数据共享，杜绝重复建设。

2、国家公园监测指标要科学合理，具有前瞻性和可操作性，选取能体现国家公园保护基本状况、运转总体水平及生态安全健康基本态势的指标，类型全面、层级明晰，具备代表性强、覆盖面广、易于操作、方便管理等特点。

3、监测技术体系要充分利用现有基础，方法科学，统筹考虑数据的采集、传输、存储、汇总、分析、使用和管理，保证监测工作的系统性、可比性和长期性，为管理决策提供依据；鼓励充分应用高新技术手段，不断提升数据成果的准确性、连续性和及时性。

二、监测内容与指标

各国家公园的监测方案须覆盖所有必选指标（无相关生态系统类型的情况

除外)。同时，各国家公园可根据自身保护管理需求和生态系统与重点物种特色，选择一些备选指标和增加一些有特色的个性化指标。监测指标与方法详见附件。

2.1 自然资源监测

2.1.1 森林资源

必选指标：森林覆盖率、森林类型、分布、面积、地类。

备选指标：起源、优势树种（组）、林龄、郁闭度、森林蓄积量、碳储量、管理属性变化（包括权属、森林类别、林种、公益林事权等级、保护等级）。

监测方法：参照森林资源专项调查，森林资源规划设计调查方法，以遥感监测和固定样地相结合方式监测。

监测频率：每年监测森林资源现状及动态变化，必选指标每年监测，备选指标每5年全面评价森林资源状况和变化趋势，参照林草湿荒综合监测技术规程频率执行。

参考技术规范：《全国林草生态综合监测技术规程（试行）》，森林资源规划设计调查技术规程（GB/T 26424-2010）。

2.1.2 草原资源

必选指标：草原类型、分布、面积、草原综合植被盖度。

备选指标：草地类型、优势草种、单位面积产草量、碳储量、健康和退化程度、地上和地下生物量、牲畜超载率、利用方式、管理属性变化（包括权属、保护等级、草原功能类别等）。

监测方法：参照草原专项调查监测方法，以遥感监测和固定样地相结合方

式监测。

监测频率：草原面积、草原植被综合盖度、单位面积产草量、碳储量每年监测统计。每5年全面评价草原及其生态系统状况和变化趋势，参照林草湿荒综合监测频率执行。

参考技术规范：《全国林草生态综合监测技术规程（试行）》。

2.1.3 湿地资源

必选指标：湿地类型、分布、面积。

备选指标：湿地水环境、保护与利用、湿地植被碳储量、泥炭地厚度及储量。

监测方法：参照湿地专项调查，泥炭沼泽湿地专项调查方法，以遥感监测和地面观测相结合方式监测。

监测频率：湿地类型、分布及面积每年监测统计。湿地植被碳储量、泥炭地厚度及泥炭储量每5年监测统计。参照林草湿荒综合监测频率执行。

参考技术规范：《全国林草生态综合监测技术规程（试行）》，湿地分类执行《湿地分类》（GB/T24708-2009），《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（试行）。

根据《自然资源部办公厅关于确定全口径湿地范围意见的函》（自然资办函[2022]1961号），湿地包括红树林地，森林沼泽，灌丛沼泽，沼泽草地，沿海滩涂，内陆滩涂，沼泽地，河流水面，湖泊水面，水库水面，坑塘水面（不含养殖水面），沟渠和浅海水域。

2.1.4 荒漠资源

必选指标：荒漠类型、分布、面积。

备选指标：荒漠植被类型、盖度、碳储量。

监测方法：参照荒漠化监测方法，以遥感监测和地面观测相结合方式监测。

监测频率：荒漠类型、面积、植被盖度、碳储量每年监测统计。参照林草湿荒综合监测频率执行。

参考技术规范：《荒漠生态系统定位观测技术规范》（LY/T 1752）、《荒漠生态系统定位观测指标体系》（LY/T 1698）。

2.1.5 海洋资源

必选指标：海洋生态系统（包括珊瑚礁、红树林、海草床等）类型、分布、面积。

备选指标：自然岸线率、海岸线类型与长度、海域的类型、分布、面积与保护利用状况，海岛的数量、位置、面积，开发利用与保护等。

监测方法：参照海洋专项调查方法，以遥感监测和水面观测相结合方式监测。

监测频率：自然岸线率、潮间带、红树林、珊瑚礁、海草床等类型及面积每年监测统计。

参考技术规范：《海洋调查规范 第1部分：总则》（GBT 12763.1-2007）、《海洋调查规范 第9部分 海洋生态调查指南》（GBT 12763.9-2007）、《海洋调查规范 第6部分 海洋生物调查》（GBT 12763.6-2007）、《自然资源调查监测体系构建总体方案》。

2.1.6 矿产资源

必选指标：矿产资源种类、分布、储量。

备选指标：探矿、采矿、采石、采沙等活动的范围。

监测方法：遥感监测与现场监测相结合。

监测频率：每年监测一次。

参考技术规范：地质矿产勘查测量规范（GB/T 18341-2021），矿山地质环境监测技术规程（DZ/T0287-2015），《矿山环境遥感监测技术规范》（TD/T 0392-2022）。

2.1.7 土地资源

必选指标：土地类型、面积、土地利用及变化。

备选指标：土地质量。

监测方法：利用全国国土调查及其变更调查成果，遥感监测同时结合日常巡护等定期定点监测，运用GIS、遥感及现代科学技术掌握土地的利用情况。

监测频率：每年统计。

参考技术规范：《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T 1055-2019）。

备注：此处是从资源角度对土地进行统计，关于土地利用变化的监测，见2.6 干扰和威胁监测部分。

2.1.8 水资源

必选指标：水资源总量、进出国家公园边界的径流量，冰川面积、消退速率。

备选指标：地表水资源量、地下水资源量，河流年平均径流量，大中型水库、湖泊的蓄水量，地下水位动态。

监测方法：主要河流进出界口设监测断面监测，或设立生态定位观测站。

监测频率：每年统计。

参考技术规范：《水文地质调查技术要求（1：50 000）》（DD 2019-03），《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）。

2.2 生物多样性监测

2.2.1 生态系统多样性

必选指标：生态系统类型、分布、面积。

备选指标：生态系统服务（土壤保持、固碳、水源涵养、栖息地保护等）、生态系统连通性与破碎化、生态系统完整性与原真性。

监测方法：大样地、生态定位站、遥感监测、定期实地观察记录等方式进行监测，部分指标需要通过其它指标综合评定。

监测频率：每年监测统计。

参考技术规范：《森林生态系统服务功能评估规范》（GB/T 38582-2020），《湿地生态系统服务评估规范》（LY/T 2899-2017），《荒漠生态系统服务评估规范》（LY/T 2006-2012）。

2.2.2 物种多样性

2.2.2.1 植物多样性

必选指标：国家重点保护植物和极小种群植物分布、种群数量或数量相对变化、生境状况。

备选指标：群落结构（乔木、灌木、草本）、物候。

监测方法：采取总体计数或者抽样监测，激光雷达、遥感卫星、树木生长仪等进行监测，通过数据采集 APP 记录大样地、样方、样线以及专项监测的结果。

监测频率：每年监测统计或根据需要增加频次。

参考技术规范：《野生植物资源调查技术规程》（LY/T 1820-2009），《兰科植物调查监测技术指南》。

2.2.2.2 菌物多样性

必选指标：重点大型真菌的分布，种群数量或数量相对变化

备选指标：其他大型真菌分布、种群数量、生境状况

监测方法：采取总体计数或者抽样监测，通过数据采集 APP 记录大样地、样方、样线以及专项监测的结果。

监测频率：每年监测统计或根据需要增加频次。

参考技术规范：参考 2.2.2.1 植物多样性。

2.2.2.3 动物多样性

必选指标：国家重点保护动物分布、数量或数量相对变化、生境。

备选指标：物种组成，种群结构（性比、年龄等）、活动节律（年活动节律、季节活动节律、日活动节律）。

监测方法：采取总体计数或者抽样监测，涉及样地、样方、样线的，可通过数据采集 APP 记录数据：

(1) 兽类

陆生兽类：

【方法】距离取样法、大样地、陷阱，

【设备】红外相机、声波记录仪、卫星跟踪定位器等；

水生兽类：

【方法】环境 DNA、样线，

【设备】声呐记录仪、卫星跟踪定位器等；

(2) 鸟类

森林鸟类：

【方法】样线、环志，

【设备】红外相机、声波记录仪、卫星跟踪定位器、视频监控等；

湿地鸟类：

【方法】样线、环志，

【设备】声波记录仪、卫星跟踪定位器、视频监控等；

草原/荒漠鸟类：

【方法】样线、环志，

【设备】红外相机、声波记录仪、卫星跟踪定位器、视频监控等；

(3) 爬行类

陆生爬行类：

【方法】样线、样点法、陷阱法，

【设备】卫星跟踪定位器等；

水生爬行类：

【方法】样线、环境 DNA，

【设备】卫星跟踪定位器、水下机器人等；

(4) 两栖类

【方法】样线加样点法、陷阱法等，

【设备】声波记录仪；

(5) 鱼类

【方法】捕捉法、环境 DNA，

【设备】水下摄影、水下机器人等；

(6) 无脊椎动物

陆生无脊椎动物：

【方法】样线加样点法、采集标本（网捕法、诱捕法）等；

水生无脊椎动物：

【方法】采集标本（水生无脊椎动物采集器）等；

底栖生物：

【方法】使用彼得生采泥器采集样品，然后进行洗涤和筛选，进行分类鉴定；溪流采集大型底栖生物，用踢网、索伯网或手抄网等进行采集。

监测频次：每年监测或根据需要增加频次。

参考技术规范：《自然保护地生物多样性监测指南》，《陆生野生动物监测技术指南》，《陆生野生动物及其栖息地调查技术规程》第 1 部分：导则（GB/T 37364.1-2019）。

2.2.3 遗传多样性

必选指标：旗舰物种种群遗传结构。

备选指标：等位基因多样性，遗传地理分化，种群内基因多样性，种群间的谱系多样性。

监测方法：

形态学水平：形态学或表型性状观测（如树高、花色和物候等）。

染色体水平：染色体变异主要表现为染色体组型特征的变异，包括染色体数目变异（整倍体、非整倍体）和染色体结构变异（缺失、易位、倒位、重复）。

等位酶水平：同工酶电泳技术。

DNA 水平：基于 PCR 的各种检测方法、重复序列标记技术、高通量测序技术。

监测频率：根据工作需要确定频次。

参考技术规范：暂无。

2.3 自然人文景观和地质遗迹监测

2.3.1 自然与人文景观

必选指标：景观类型及其面积、保存状况、景观利用状况。

备选指标：景观原真性和完整性。

监测方法：遥感监测和地面观测相结合方式监测。

监测频率：每年监测统计。

参考技术规范：《旅游资源分类、调查与评价》（GB/T 18972）。

2.3.2 地质遗迹

必选指标：地貌类型及分布（如喀斯特、丹霞等地貌）、遗迹类型、分布及其面积、利用与保护状况。

备选指标：地质剖面、破碎度、遗迹原真性和完整性。

监测方法：卫星遥感、无人机监测和地面观测相结合方式监测。

监测频率：每年监测统计。

参考技术规范：《地质遗迹调查规范》（DZ/T 0303-2017）。

2.4 环境要素监测

2.4.1 气象

必选指标：风速、风向、空气温度、空气湿度、日照时数、降雪量、降雨量。

备选指标：大气压力、光照、PM10、PM2.5、负氧离子含量、光合有效辐射、二氧化硫。

监测方法：自动气象记录仪。

监测频率：连续监测统计。

参考技术规范：《地面气象观测规范总则》（GB/T 35221-2017），《地面气象观测规范 第 8 部分：降水观测》（QX/T 52-2007），《地面气象观测规范 第 13 部分：地温观测》（QX/T 57-2007）。

2.4.2 水文水质

必选指标：水量、水深、流速。

备选指标：混浊度、电导率、酸碱度、透明度、浮游生物和叶绿素 a。

监测方法：水文水质自动监测仪，人工取样（实验室分析）。

监测频率：连续监测统计或按需取样。

参考技术规范：《水文自动测报系统技术规范》（GB/T 41368-2022），《水质监测质量和安全管理办法》（水文〔2022〕136号），《地表水监测技术规范》（HJ 91.2-2022）

2.4.3 土壤

必选指标：土壤类型、分布面积。

备选指标：土壤有机质、质地、土壤含水量、盐分、pH、温度、腐殖质、养分。

监测方法：自动土壤监测仪器、人工取样后实验室分析。

监测频率：连续监测统计或按需取样。

参考技术规范：《森林生态系统长期定位观测方法》（LY/T 1952-2011），
《土壤环境质量标准》（GB 15618）。

2.5 可持续利用活动监测

2.5.1 生态旅游与自然教育

必选指标：游客数量、生态旅游规划情况（有、无）、旅游方式（徒步、自驾、划船等），自然教育课程设计数量、自然教育开展次数。

备选指标：旅游收入、从业人员数量、床位数量、自然教育线路（或基地）情况、正面效果、负面影响、满意度。

监测方法：访谈、问卷调查等人工方式，视频监控、入园门禁、电子围栏等设备。

监测频率：实时监测与每年监测统计相结合。

参考技术规范：《自然保护区生态旅游（游憩体验）规范》（2020-LY-051），
《旅游资源分类、调查与评价》（GB/T 18972-2017）。

2.5.2 社区居民生产、生活和特许经营活动

必选指标：合法种植、养殖、采集、放牧等和特许经营类型、数量等分布与强度。

备选指标：收入、合法采集量等情况。

监测方法：访谈、问卷调查等人工方式，视频监控、入园门禁、电子围栏等设备。

监测频率：实时监测与每年监测统计相结合。

参考技术规范：《自然保护区适应性经营方案编制导则》（LY/T 2650-2016）。

2.5.3 科学研究和勘查监测

必选指标：科研、勘查人员数量、单位、活动情况。

备选指标：科研、勘查项目，工作手段和周期等。

监测方法：访谈、问卷调查等人工方式。

监测频率：实时监测与每年监测统计相结合。

参考技术规范：无。

2.6 扰动和威胁监测

必选指标：

(1) 修路、采探矿、开垦、工程建设、小水电、人工商品林等情况；

(2) 林草火情火险类型、等级、发生面积、经济损失；

(3) 违规违法采集、采伐、捕捞、放牧、盗猎、种养殖、放生、非法穿越等人为活动情况；

(4) 污染、倾倒垃圾、过量使用农药化肥等发生的时间、位置、面积；

(5) 流浪动物（猫、狗等）；

(6) 疫源疫病、有害生物（含外来入侵物种）发生的时间、位置面积或数量及影响强度；

(7) 人兽冲突事件的时间、位置、涉及物种和损失类型。

备选指标：地质灾害分类、类型，地点、发生面积、经济损失，极端天气频度与强度，发生面积及其损失。

监测方法：重点采用卫星遥感监测技术，其他指标的监测方法包括：人工巡护或监测（手机 APP 采集数据）、无人机、访谈、问卷调查、视频监控、电子围栏、专项调查、实验室分析等。

监测频率：对国家公园内的人为活动变化每季度监测一次，其他指标实时监测与每年监测统计相结合。

参考技术规范：《国家公园总体规划技术规范》（GB/T 39736-2020），《国家公园监测规范》（GB/T 39738-2020），《国家公园考核评价规范》（GB/T 39739-

2020),《自然保护区勘界立标规范》(GB/T 39740-2020)。

2.7 保护管理活动监测

必选指标：正在开展的基础设施建设、保护与修复行动、种群调控等项目的地点、进度。专兼职保护管理人员和志愿者的活动情况、保护管理巡护人次、里程等。

备选指标：社区参与、灾害管控、环境保护、人兽冲突社会管理等项目实施成效。

监测方法：遥感监测、系统上报。

监测频度：每年一次。

参考技术标准：《国家公园总体规划技术规范》(GB/T 39736-2020),《国家公园监测规范》(GB/T 39738-2020),《国家公园考核评价规范》(GB/T 39739-2020),《自然保护区勘界立标规范》(GB/T 39740-2020)。

三、体系架构

国家公园监测体系由数据采集、数据传输、数据存储、数据分析、数据安全和应用服务组成。通过以卫星遥感监测观察全局、掌握动态,样方样线和红外相机等抽样监测估算数量、评价质量,人工监测与基于设备的智能化监测相结合采集数据、构建网络,数据平台进行深度分析、快速反馈,形成“天空地一体化”监测体系,并与国家级相关数据平台对接融合。

国家公园需要建立完善的信息安全管理体系,保障数据传输网络、服务器系统和各层应用系统的安全,能够有效监测和防御网络攻击、病毒传播和非法入侵,保障各信息系统安全稳定的运行。

3.1 数据采集

根据对国家公园内的自然资源、生物多样性、人为活动以及气象水文土壤等环境要素进行数据采集的手段,可分为人工采集和设备采集两大类方法:

a) 人工采集。国家公园监测常用的人工监测手段主要包括：大样地、样线、样方、样点监测、巡护观测、卡口监测、入户调查、現地勘测调查、环境DNA、实验室分析等，数据通过统一的智能移动终端APP采集并上传至统一平台，或是将实验数据录入数据平台。

b) 设备采集。国家公园监测常用的自动化监测手段主要包括：

(1) 天基设备：卫星搭载高光谱和多光谱传感器、激光雷达、干涉雷达等设备，获取大范围的多时空序列遥感数据，目前可获取亚米级数据。原则上由国家林草局统一负责定期获取卫星遥感数据并判读和分发。

(2) 空基设备：近地面空中遥感、无人机、浮空器等，其上可搭载可见光摄像头和红外成像仪两种摄像头和高光谱和多光谱传感器、激光雷达等设备。

(3) 地基设备：红外相机、声波记录仪、卫星跟踪定位器、摄像头、气象监测仪、水文水质监测仪、震动光纤、电子界桩、电子围栏等。

(4) 水体设备：浮标、水下机器人、水下探头、水文水质监测仪、声呐监测仪、电子界桩等。

监测设备又可根据监测数据是否实时传输分为离线监测和实时监测两类。一些主要监测设备的技术参数，可以参考《主要监测设备选型参考》(<https://pbiomon.cn/#/user/caozuo>)。

3.2 数据传输

受限于地理环境、天气状况及成本投入等因素，在国家公园一般通过无线接入以及加设基站实现网络全覆盖。国家公园频段频率干扰较少，信号通透性好，但地势和植被情况复杂，现有互联网通信技术覆盖度不高，接入传感器和物联网的水平较低，而复杂的地势或茂密的森林植被也会影响现有通信信号传输的有效性。同时，国家公园内的通信需考虑不同的通信介质，兼顾考虑不同介质所产生电磁场对区内敏感物种的影响。各国家公园内的通信网络建设，应结合自身生态系统状况、地形地貌特征以及已有的基础设施条件，融合不同的通信手段，降低通信成本。通过微波、低功耗广域自组网（宽窄带结合）、无线物联网的覆盖，或700M/800M/900M等无线专网覆盖，有效组合4G/5G等移动通信网络、光纤宽带、其他局域网和卫星通信网络，形成网络通信覆盖体系。

无人机、浮空器、应急通讯车等可以在应急情况下，作为临时基站，与上述各类网络连通，实现数据传输。

3.2.1 光纤网络

指使用光纤作为主要传输介质、光信号处理设备组成的广域网或者新建的大范围的局域网。

典型优势：光纤网络能够提供大容量、高速率的通信，具有损耗低、传输容量大、重量轻、体积小、抗电磁干扰等诸多优点，在理想的情况下能够在国家公园大范围做到千兆带宽接入，并且绿色省电，在目前网络建设条件相对比较好的国家公园可采用光纤作为传输主动脉，是数据接入互联网的主要方式。

典型限制：成本较高，在陡峭的山区铺设光纤难度较大，因地形复杂、雷电、啮齿类危害等，后期维护成本偏高。

3.2.2 无线公网

2G/3G/4G/5G 无线移动网络均是国家无线通信网络的重要组成部分。

2G/3G 分别指第二、三代无线通信技术，其中 2G 以数字语音传输技术为核心，3G 能够同时传送声音及数据信息。

典型优势：网络覆盖成本相对较低，进行大规模部署的可行性高，可满足国家公园通过传感器、影像记录等终端设施获取自然环境数据信息的需求。

4G/5G 指第四、第五代无线通信技术，网络覆盖成本较高。

典型优势：高速传输速率、低时延、高接入性能。

典型限制：2G/3G/4G/5G 均是国家公园无线通信网络的重要组成部分。但由于国家公园所处位置往往远离居民和商业区，基站覆盖较薄弱，无线通信网络可能受限于当地的覆盖情况，需要其他技术相互配合和补充。大型基站及其供电线路的建设，会造成较强的环境扰动，原则上在国家公园核心区内不允许建设。供电和光纤线路因地形复杂、雷电、啮齿类危害等，后期维护成本高。

3.2.3 卫星通信

卫星通信是地球上（包括地面和低层大气中）的无线电通信站间利用卫星作为中继而进行的通信。卫星通信系统由卫星和地球站两部分组成。卫星在空中起中继站的作用，即把地球站发上来的电磁波放大后再反送回另一地球站；地球站则是卫星系统形成的链路。三颗相距 120 度的卫星就能覆盖整个赤道圆周，故卫星通信易于实现越洋和洲际通信。最适合卫星通信的频率是 1-10GHz 频段，即微波频段。为了满足越来越多的需求，已开始研究应用新的频段，如 12GHz，14GHz，20GHz 及 30GHz。

目前宽带卫星有高通量、星座、星链等，窄带卫星有北斗短报文等，尤其是高通量卫星满足视频传输，带宽建议不低于下行 4m，上行 2m。

典型优势：通信范围大，只要在卫星发射的电波所覆盖的范围内，从任何两点之间都可进行通信；不易受陆地灾害的影响，可靠性高；只要设置地球站电路即可开通，开通电路迅速；同时可在多处接收，能经济地实现广播、多址通信；电路设置非常灵活，可随时分散过于集中的话务量；同一信道可用于不同方向或不同区间多址联接。

典型限制：通信成本偏高，一般不适合用于会占用大量通信资源的影像数据的数据传输。

3.2.4 无线自组网

无线自组网是采用低功耗广域信号（可灵活选用 150M~2.4G），理论覆盖半径 3km。由轻量化标准基站或微型基站加太阳能供电系统组成的通信网络。

典型优势：

（1）针对国家公园内通信基础设施缺失、地形复杂、到达困难，导致传统蜂窝通信基站建设缺乏可行性的现实状况，无线自组网系统是以少数轻量化半固定式标准基站作为主干节点，以可移动型微型基站作为补充和分支节点，实现对区内约 70-80%区域的无线信号覆盖。因基站体量小，采用风光互补供电系统，建设成本和后期维护成本相对较低，环境扰动小。

(2) 依托无线自组网，可广泛、灵活地部署具备影像自动传输能力的自组网红外触发相机或其他数据采集终端设备（如声波采集仪、自动气象记录仪等），可以极大地提升数据采集管理能力，对区域内生物种群和环境因子开展长期、不间断的监测和数据采集，并及时回传数据平台。

(3) 国家公园内大部分区域没有市电条件，因此城市安防用途的监控摄像头很难广泛布设于林区内（无法满足持续工作的功耗要求）。而融合在无线自组网体系中的 AI 智能摄像头，能够通过 AI 目标检测触发或后台点播的模式，只拍摄并传输有效的影像，因此极大缩短的开机工作时间，非常适合在国家公园内大范围广泛部署、但只需要少数摄像头同时并发传输的应用场景。除拍摄动物影像，也能加强对外来人员的有效管控。

3.2.5 700/800/900MHz 频段无线专网通信系统

700/800/900MHz 无线双向网采用 FDD-LTE 通信制式。LTE 是目前成熟商用的 4G 无线通信技术，采用了 OFDM，MIMO，自适应调制编码及混合自动重传等技术，20MHz 系统带宽下可为用户提供最大下行 150Mbps，上行 50Mbps 的数据传输能力。系统具备长期演进的能力。

监控摄像机等各类设备的建设范围一般规划为无线基站周围半径 1—3km 范围内，利用 700/800/900MHz 基站的供电设施为系统提供供电。利用无线专网通信信号实时数据回传。鉴于系统前端建设数量，当数量持续增多时，系统采用轮巡方式或主动监测触发（当发现移动物体时自动回传视频）回传视频监测数据。自动回传红外相机利用无线网络回传。数据回传策略为：当系统通过红外触发拍摄完成后，主动回传数据，其余时间待机休眠。

3.2.6 微波

微波是通信技术直接使用微波作为介质进行的无线通信手段，波长范围为 0.1 毫米-1 米。

典型优势：容量大、质量高、成本低、抗灾害能力强，可满足雷电探测、气象自动预报、数据处理、计算机联网等多种通信要求，增强了林区森林防火、通信指挥和生产调度能力，还可以配合卫星通信技术，利用卫星作为中继

站转发微波信号，解决了高远山布线困难、野外无信号、林下部分遮挡带来的实况数据传输受阻的问题，弥补通信盲区。

典型限制：点对点微波通信容易受到遮挡限制，需要满足两个基站间无障碍的要求。

3.2.7 超短波

指利用频率为 30-300MHz，相应波长为 1m-10m 范围内电磁波的通信手段。

典型优势：频段宽，通信容量大，覆盖范围广、成本低，受昼夜和季节变化的影响小，通信较稳定，可用于国家公园巡护人员手持终端语音视频通信等场景。

典型限制：数据传输速率较低；通信距离受一定地形影响，电波通过国家公园的高山、密林地带时，会被部分吸收或阻挡，使通信信号强度降低。

3.2.8 Wi-Fi 无线网络

Wi-Fi 无线网络具有高带宽、强射频信号、低功耗、高安全性等特点，与 4G/5G 移动通信技术共同组成了高速移动互联网通信网络。

典型优势：高带宽、强射频信号、低功耗、高安全性，不受地形限制，目前主要应用集中在游憩、科普教育等场景，例如打造国家公园扫码购票平台，配合国家公园景区现有免费 Wi-Fi、自助取票终端及同步门禁系统的集成使用，实现游客网络自助购票，提升游客的游憩体验。

典型限制：信号容易受到干扰。不适合无法稳定供电的偏远地区。

由于监测方法和已有设备或基础设施的差异，国家公园各监测区域可根据互联网服务提供商的覆盖区域，灵活采用公网、自组网、700M/800M 和卫星通信等相结合的方式实现数据传输：

1. 充分利用已有的有线网络，根据需要适当进行带宽扩展。
2. 在居民点完善无线通信网络，覆盖网络盲区，满足野外监测人员、原住民、访客生活、旅游以及科普宣传需要。

3. 开展无网络覆盖区域的低功耗无线专网的建设，来保障各类监测设备信号稳定传输。

4. 在长距离无人区可通过高通量卫星进行数据传输。

3.3 数据存储与展示

从存储管理、网络安全、用户行为安全、数据访问安全等方面对数据存储给予运行保障。

多源异构的监测数据及各类基础数据在数据存储层进行汇聚存储，经清洗处理入库后，形成国家公园综合信息数据库、空间地理信息库和专题数据库。以统一的数据标准和统一的数据底板，将所有涉及自然资源与生态系统、生物多样性、巡护管护、环境要素、人为活动等监管对象的空间、时间、属性、音视频、多媒体等多源信息，融合到“一张图”上，建立国家公园地理时空数据库，实现数据清洗、处理、聚合、治理、应用服务，实现统一服务平台上的信息共享、业务敏捷开发和战略创新。

各国家公园应将以下信息汇交至中国林业科学研究院建设管理的全国林草生物多样性监测平台：巡护、红外相机、声波记录仪、样地、样方、样线、环境因子监测、专项调查（如外来入侵种普查、兰科植物调查等）、本底资源调查、林草火灾、地质灾害监测数据、土地利用变化核查监督、游客人数实时统计、可持续利用活动等；可通过手机 APP 提交数据，可实时传输的各类数据采集设施设备应直接接入系统，实现国家公园监测数据采集、传输、分析、展示、预警预测等功能。所有数据经过生物多样性监测平台清洗、整理、鉴定等工作后，最终接入全国林草生态网络感知系统。

生物多样性监测平台访问网址：<https://pbiomon.cn>;

手机 APP 下载网址：

https://downloads.pbiomon.cn/dl/app/LeapCollect/LeapCollect_30.1.3.25-inner.apk

各国家公园应使用林草生态网络感知系统（以下简称“感知系统”）管理并展示以下信息：本底信息、自然资源资产管理、天空地一体化展示、研究中心、森林防火、矛盾调处、社区管理、重点工程项目、宣传教育。林草调查规

划院承担感知系统平台建设，在统一数据底座的前提下，支撑保障国家公园监测体系的汇聚连通。

各国家公园管理机构存储以下数据：本单位所有原始数据，其中摄像头视频数据可由国家级平台随时调用。其数据格式应符合《国家公园监测数据规范》，以实现数据共享。

确需自建或已经建立监测信息管理系统的，相关国家公园要按国家林草局制定的标准规范开展数据收集与建库管理工作，通过数据、服务接口的形式，将数据接入国家林草局上述平台。

3.4 数据分析

3.4.1 “云边端结合”计算平台

数据分析层借助大数据、人工智能等新一代智能信息技术，面向国家公园各项工作对监测数据的分析需求，为复杂监测数据的科学有效应用提供数据分析引擎。以“云边端结合”同时满足自然环境数据快速运算反馈和大数据智能分析的需求，可以全面分析国家公园的自然资源和生态系统状况、科学利用、保护管理动态等，提供全国、省级或各国家公园层面的数据汇总。

边缘计算、云计算和终端设备等平台的组合，让各项数据既能在国家公园设备终端实现运算和返回实时化、本地化的快速运算结果，支撑本地的业务智能化实施和决策的执行；也能通过云平台计算实现处理能力的弹性扩展，通过云边端强大的计算能力，处理全局性、非实时、长周期的自然资源大数据，训练数据模型和 AI，通过数据融合实现更多数字服务。

3.4.2 云计算平台

云计算是大数据计算服务通过网络交付的过程，云计算平台具有按需使用、动态扩展的特性，可使用虚拟资源提供计算、存储和信息资源服务，并由称为云基础设施的虚拟平台提供支持。

云计算技术可以实现海量信息管理、传输、定位等功能，比较适合用全局性、非实时、长周期的大数据来处理数据，并可集成不同应用系统，链接不同

数据源，实现应用、数据集成，实现各项数据服务，适用于实现国家公园监测信息的集成管理。通过训练数据模型，赋能计算机具有类似人的感知能力，可将外部信息与内部信息进行数据类型所需的自主加工，形成可驱动各类智能控制系统的指令，支持国家公园智慧管理。

云计算一方面可以帮助国家公园的管理者，通过对海量数据的收集、分析与处理，应对管理需求并进行有效改进。另一方面，游客、社区人员等相关方可通过云计算平台获取相关信息，如最佳的观景时机、某区域的游憩设施或某展馆的解说服务等，以提升游憩体验。

3.4.3 边缘计算平台

边缘计算是处理大数据的典型计算运行方式。边缘计算在靠近物或数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储能力，就近提供智能互联服务。边缘计算主要是适用于局部性、短期数据的实时处理和分析，是对云计算的一种补充，二者的组合是目前比较理想的运算方案。

在国家公园监测中，考虑到野外红外相机、移动机器人、无人机等终端采集设备每天有大量影像、视频需要处理，而野外部分地方网络条件较差，数据传到后端平台处理时会影响到数据处理的实时性，可以通过在国家公园内布设一定数量移动方舱、野外无人机机场等作为监测设备指挥中心，并在其上搭载数据计算处理平台，就近进行目标识别、动物跟踪等工作，将处理结果返回后端平台。该模式既有效缓解了采集终端计算资源有限导致的数据实时处理困难，同时大量数据流无需回传到云端处理，加快处理效率，节约带宽资源。

3.4.4 星载/机载等传感器端平台

终端计算平台重点解决野生动物跟踪、火情信息提取等，对时效性要求较高的数据处理任务，在本地进行快速运算，并将结果实时反馈给前端，以支撑本地的业务智能化实施和决策的执行。终端设备计算平台包括星载在轨处理平台、机载实时处理平台、地面相机处理平台等，重点实现旗舰物种、重点动物、火灾火点等重点目标的实时监测，避免经过传统漫长的数据处理流程，提高国家公园数据处理与信息分析的时效性。传感器端平台与通信平台集成，实

现提取信息的快速回传。

针对野生动物，星载实时处理系统重点针对大型、群居旗舰物种，在相对空旷场景下进行星上实时分析与监测（草原、荒漠、冬季森林等场景）；机载实时处理系统主要结合地面传感器实时传回的位置信息，在航空平台对野生动物进行实时识别与跟踪。在卫星平台、航空平台上实现野生动物旗舰物种的快速发现与跟踪，为野生动物监测提供新角度、新手段。

星载/机载实时处理系统可以在星上/机上完成图像处理 and 情报信号的快速返回、结合平台搭载的多模态数据实现森林火点自动识别、时敏目标自动检测识别、视频动目标跟踪、地物变化检测等功能。

由国家林草局统一开展应用卫星的火灾信息采集和推送工作，各国家公园应实现信息接收和及时处理。由各国家公园管理、调度无人机/无人机集群，完成灾害相关数据的采集工作。

3.4.5 AI 识别算法

选择野生动物形态、行为、鸣声、DNA 序列等分类特征，提取形状描述和度量特征等技术参数，研发基于 AI 多模态智能识别样本及多元知识库构建方法，建成集图像、声音、DNA 等多种生物特征为一体的野生动植物智能识别样本库。同时设计不同体量、针对不同数据源、不同应用场景的 AI 识别算法，分别部署在云、边、端计算平台。如云平台具备海量计算资源，需识别处理数量巨大的物种图片和视频资料，并对其进行综合管理；采集终端计算资源有限，主要搭载轻量级、对实时性要求较高的目标识别算法。“云边端结合”的计算平台与平台专用 AI 算法可以满足国家公园监测的不同应用需求。

3.5 数据安全

为确保国家公园监测的数据存储、传输、使用和管理安全需求，依据国家、行业相关法规制度开展数据安全管理工作。充分分析数据安全存在的风险隐患，构筑全生命周期安全防护体系。重点从“人、数据、场景”三个维度，围绕数据采集、传输、存储、处理、交换、销毁等环节，加强风险识别与防护、数据脱敏等技术应用，加快完善数据安全合规性评估认证、数据加密保护机制

及相关技术检测手段，制定合理、科学的数据安全分级标准，并通过数据授权访问机制规范数据的存储和使用，确保数据安全管理工作可量化、可追溯、可评估，筑牢数据安全防线。

各国家公园可根据需要向国家林草局统一平台申请建立不同权限的人员账户，开展数据上传、采集、查询、审核鉴定和管理应用等工作。

各级林草主管部门可通过建立授权账户，在上述平台上传、查询、审核和管理应用本辖区数据。

在各国家公园开展工作的专家团队也可向林草主管部门申请建立授权账户，在上述平台上传、查询、审核、鉴定和应用相关数据。

3.6 应用服务

数据应用包括面向国家公园监测相关业务需求的业务应用系统，以及面向国家公园体系外的其他政府部门、各类机构和社会公众的监测数据共享交换和发布服务；面向条件比较成熟的国家公园，可采用数字孪生技术，通过对公园二三维、全时空、全要素展现，构建国家公园一张图，为评估生态系统与自然资源动态、旗舰物种等各类动植物的分布与数量变化、建设项目影响，对潜在风险进行预警应对，以及总规审批、项目审批、人员培训、科普宣教等方面提供支撑。

四、监测技术方法

通过卫星遥感（天）、航空遥感（空）、地面监测（地）、资料查询、大数据分析等多种监测技术方法，对各国家公园形成自动化、系统化、立体化、精细化监测。

根据数据采集方式，分为基于人工的监测方法和基于设备的监测方法；根据监测的频度和目标可以分为日常监测和专项监测（如入侵种监测、兰科植物监测）。

4.1 人工监测方法

人工监测方法是指设立大样地、样地、样方、样线、样点，开展巡护和社会访问等，并通过统一的智能移动终端 APP 采集数据并上传至统一平台。

4.1.1 样地

4.1.1.1 大样地

每个国家公园应选择具有典型性、代表性的植被建设长期监测大样地，原则上建设1处，大样地面积一般为20公顷或25公顷。每块样地又分成20×20米的样方，样方用PVC管和拉绳标记边界，在树干、岩壁或人工标牌上标记编号等信息，对大样地内胸径大于1厘米以上的植株进行每木测量、记录，并请专家进行物种鉴定。此外，大样地内还需要开展野生动物、凋落物收集、幼苗监测和树木生长精细监测、土壤样品理化性质测试、土壤微生物等。每隔5年将大样地内全部指标复查一次。

4.1.1.2 植被监测样地

以地带性植被类型为主要保护对象的国家公园，设立一批1~2公顷的植被监测样地，覆盖典型的植被类型和海拔梯度，进行物候和植物群落的系统监测，面积≤2000平方公里的国家公园至少建设10处，面积2000~10000平方公里的国家公园至少建设25处；面积≥10000平方公里的国家公园至少建设40处。每年开展植物生长量、枯落物、土壤和气候参数监测，每隔5年进行样地复查，有条件的地方可同时开展生态结构和服务功能监测。每年对植被物候、生长、干扰和功能以及环境变化进行分析。

4.1.2 样方（样圆、样木）

固定样方应用于国家重点保护物种、珍稀濒危物种、极小种群物种等的长期监测。监测人员在设定的样方中计数见到的监测对象实体或活动痕迹，进行数量统计的监测方法。该方法还广泛运用在入侵物种和小型啮齿类动物等的调查监测。可根据工作需要适当调整样方数量和布局。

样方面积规定如下：

（1）乔木树种及大灌木样方边长为20米，面积为20×20平方米。样方通常设置为正方形，特殊情况下也可设为长方形，但长方形的最短边长不小于5米；

（2）灌木树种及高大草本样方边长为5米，面积为5×5平方米；

（3）草本植物样方边长为1米，面积为1×1平方米；

（4）藤本植物生长在乔木林中的样方边长为20米，面积为20×20平方米，生长在灌木丛中的样方边长为5米，面积为5×5平方米；

（5）对附生植物可设立固定样木，如兰科植物等；

（6）对于有害生物和外来入侵种等的样方，根据相关技术规程确定。

4.1.3 样线

指在监测样区内设置固定线路并沿该线路找寻、收集、记录监测对象实体或其活动痕迹后，通过数理计算对监测对象种群数量、密度变化动态进行比较分析的监测方法。

样线法还分为固定宽度样线法和距离取样法，其中固定宽度样线法仅记录路线两侧一定宽度范围内发现的监测对象实体和活动痕迹，以及与之相关的环境信息。

距离取样法在记录所发现的监测对象实体和活动痕迹等信息的同时，需估测所发现的监测对象实体或其活动痕迹的垂直距离。

固定宽度样线法与距离取样法所采用的数理计算方法不同，需防止错误运用或混用。

4.1.4 样点

指以某一点为中心，监测一定半径或区域内监测对象的实体或活动痕迹的方法。

样点法还分为固定半径法和不定半径法，前者只记录到中心点特定距离范围内的监测对象信息，而后者则记录到中心点任意距离的监测对象信息。采用固定半径法，应根据监测对象生物学习性、活动规律及其栖息地的特点设置合理的半径长度。

样点法通常与样线法结合，主要用于记录植物（拍照或采集标本）、鸟类（目击、拍照、根据声音识别鸟种）、昆虫（目击、拍照、通过网捕法、振落法、诱捕法等采集昆虫标本）、两栖爬行动物（目击、拍照、诱捕法）等。

4.1.5 总体计数

总体计数用于对种群数量很少，抽样可能产生很大误差的物种开展种群监测。例如海南长臂猿和极小种群野生植物。

4.1.6 巡护

巡护就是指巡护员在国家公园内开展巡逻、监测野生动植物、打击偷猎盗采、管控火灾风险等活动。巡护员通过填写智能终端 APP 的相关表单，记录巡护监测的基本信息、生态系统和自然资源、动植物变化情况、火灾隐患、森林病虫害、野生动物疫源疫病、人兽冲突、人为干扰活动（如盗猎盗采野生动植物、毁林开垦、非法采集非木质林产品、非法占用土地等破坏行为）等。

陆地巡护：主要是通过步行、骑行或驾车进行，对野生动植物、生态系统与自然资源开展巡护，沿着固定或者半固定巡护线路，进行巡护。

湿地/海洋巡护：采用船或者类似水上交通工具，对水面进行巡视的过程。

4.1.7 社会访问

通过与被访问者面对面的接触，或采用电话、微信、邮件、信函等间接方式，进行有目的谈话或问卷调查，应用社会学统计方法进行定量的描述和分析，来了解调查对象现状，获取所需要的信息。主要应用于国家公园科学利用和保护管理等方面指标的监测。如野外发现监测对象行踪、收容救护监测对象伤病个体、查获涉及监测对象违法案件等信息，用于辅助分析评估监测对象种群活动范围、变化动态的方法。

所有采集的社会信息，须经核实无误后方可作为有效信息用于分析评估。核实过程中，要尽量获取直接证据；对目击、耳闻等主观性较强的证词，应尽可能由当事人从多个照片、录音、录像等资料中分辨确认，降低误判几率。

4.2 基于设备的监测方法

4.2.1 遥感卫星监测

遥感卫星具有覆盖范围广、获取信息量大的特点。随着卫星遥感技术的不断进步，可以同时满足国家公园在时间/空间/光谱分辨率上的监测需求，提供高时空分辨率、多/高光谱、星载激光、雷达等多源多模态卫星数据，有效提升国家公园大面积、长时期、精细化监测的能力，实现对自然资源资产、生态系统、景观、遗迹、人为活动、林草火情、自然灾害、生物量、碳储量等要素的状态监测与评估，应用于国家公园本底资源调查、地质调查、生态保护修复、空间用途管制、自然资源督察与执法等工作，支撑国家公园自然资源智能管理。

面向国家公园监测对象和监测精度的多元需求，应灵活使用多源卫星传感器数据，开展相关的应用。特别可以融合应用高、中、低不同空间分辨率遥感影像，实现多尺度、多频率的信息互补，提升林草监测精细度与准确度。如基于风云系列气象卫星，可提供每日百米分辨率影像数据，有效提升国家公园监测时效性；基于哨兵、Landsat、东方慧眼等中分多光谱（5-30m）卫星，可实现每周到每月频率的进行国家公园生态系统类型分布调查和面积变化监测，

支撑森林可持续监测、清查、砍伐监测等工作；基于吉林系列、高分系列等高分辨率卫星，可实现国家公园资源每季度精细观测，开展植被类型、生态系统优势种的精细识别监测，并融合多光谱/高光谱数据辅助提升森林树种识别的精度。

综合利用天空地多源多模态数据，可以在更多应用场景中为国家公园监测提供服务。利用近实时遥感手段，结合无人机、视频监控与野外调查展开调查确认，实现火情的预警、评估、趋势分析与制图；基于星载点云、星载激光测高仪等传感器，结合近距离激光点云数据，进行国家公园植被特征、生物量、碳储量的估计；结合航空/地面遥感监测手段，补充多角度多尺度遥感观测数据、校正卫星遥感反演模型精度、验证卫星遥感识别与监测成果，实现“天-空-地”一体化的遥感监测体系。

4.2.2 航空/临近空间遥感监测

利用航空遥感平台（无人机、有人机等）、临近空间遥感平台（浮空器、探空气球、气艇等）搭载高光谱、多光谱相机、视频相机和激光雷达等高分辨率新型传感器，获取多维度、多角度、多模态国家公园临近空间监测数据，构建多层次、多视角、多领域对地遥感观测体系，实现对重点区域的自然资源、自然灾害、优势植物群落、野生动物、人类活动开展大面积实时监测、预警和决策分析，弥补卫星遥感手段的监测局限性。

浮空器可以长时间驻留在20-100公里的空中，长期定向获取遥感数据，也可承担中继站功能，部分替代通信网络。

通过无人机等空中监测设备开展巡护，实现应急救援、救护、驱离喊话等突发事件处理。

用机载激光雷达、高光谱、多光谱数据获取、倾斜摄影相机高分辨率DEM（数字高程模型）、DSM（数字表面模型）、DOM（数字正射影像），生成水系、山脊、坡度坡向等，初步判定野生动物饮水点、兽径，采集动物种群数量和结构、生境情况。结合地面固定监测平台数据、地面移动机器人数据、高分辨率卫星视频数据等，使用考虑野生动物形态、行为、鸣声、DNA等特征的 AI

识别算法、目视解译、現地调查核实等手段，实现对野生动物物种识别与野生动物行动监测。

4.2.3 红外相机

指利用红外相机等设备，在固定位点获取有关监测对象及生境影像信息的技术手段。该技术适用于大多数兽类、鸟类，对于行踪隐秘、夜行性的动物更为适用。

根据国家公园面积和生态系统类型将其划分为1×1公里（以森林生态系统为主）、5×5公里（以草原与草甸生态系统类型、内陆湿地和水域生态系统类型和海洋和海岸生态系统类型为主）或10×10公里（以荒漠生态系统和草原与草甸生态系统类型为主）的网格，根据红外相机设备数量以及国家公园面积确定调查网格的取样百分比，综合考虑植被类型、海拔范围、功能区划以及人为干扰等因素进行分层取样。每个网格内每次布设一台红外相机，每台相机每个位点上放置4-6个月，4-6月后将相机移动到网格内其他位置上去。每个网格利用红外相机连续监测1年，1年后可将相机转移到其他网格内。红外相机技术规程详见监测平台网站（<https://pbiomon.cn/#/user/caozuo>）。

利用智能终端APP开展红外相机网格化布设及生境表记录，回收的红外相机数据也可以从平台上导入、鉴定并进行可视化的分析与展示。目前也有可以依靠4G或自组网实时回传数据的红外相机。

4.2.4 声波监测

指利用音频记录装置，在固定位点获取监测对象鸣叫、吼叫等音频信息的技术手段。该技术主要适用于具有鸣叫性或吼叫习性的鸟类和兽类和部分无尾两栖类。

采用音频监测装置监测陆生野生动物，布设音频监测装置，应重点考虑监测对象鸣叫、吼叫声音传播距离等因素，避免出现监测盲区。对音频装置记录的音频信息进行专业识别，确认物种后用于分析种群数量等信息。

4.2.5 声呐（水声学）监测

水声学是指研究水下声波的产生、辐射、传播、接收和量度，并用以解决与水下目标探测及信息传输有关的各种问题的一门声学分支学科。声波是海水中探测目标和传递信息的有效工具，声呐是进行水下监测使用的主要技术，用于对水下目标进行探测、分类、定位和跟踪；进行水下通信和导航。此外，声呐技术还广泛用于鱼群（或鲸豚类）探测、水下作业、水文测量和海底地质地貌的勘测等。声呐的分类可按其工作方式可分为主动声呐和被动声呐；按装备对象可分为水面舰艇声呐、潜艇声呐、航空声呐、便携式声呐和海岸声呐等。声呐系统发展了多基地探测和编队通信技术。多基地探测是指在一定范围内的声呐设备以收发分置的模式进行探测，其可进一步分为单平台和多平台2种模式。前者是利用一个平台上搭载的多个声学传感器进行联合探测；后者是利用海、陆、空、天各种平台所搭载的声学传感器进行全方位的联合探测，可形成广阔、机动的探测网络。实时双向通信在技术上主要的实现方式包括通信浮标（包括有线和无线）、水下网络和蓝绿激光通信。

4.2.6 卫星定位跟踪监测

指在监测对象身体适当部位安装卫星信号发射器，再通过卫星传感器、地面接收站获取监测个体位置信息的技术手段。该技术适用于具有迁徙习性和移动范围较大的野生动物。

采用卫星定位追踪技术监测陆生野生动物，所安装的卫星信号发射器重量应控制在监测动物个体体重的4%（鸟类3%）以下。对具有潜水习性或经常性进入水体活动的物种，采用的卫星信号发射器应具备相应的防水性能。还要根据跟踪监测时间的长短，选择适宜的电池或太阳能面板。

捕捉监测对象安装卫星信号发射装置，应依法获得许可，并根据监测对象形态特征选择颈圈式（适用于大中型兽类）、背负式（适用于朱鹮、丹顶鹤、黑脸琵鹭、中华秋沙鸭、中华凤头燕鸥等物种）或腿环式（适用于丹顶鹤等物种）安装方式。安装过程应尽可能简短、快速，必要时还应采用其它显眼、容易观测的方式进行环志，并留取少许毛发等样本、拍照后，及时将其放归自

然，定期或不定期接收其卫星信号，获取其位置信息，以分析其活动规律和线路。考虑到动物的自然生长，颈圈式定位跟踪设备经常会设计为定期脱落。

4.2.7 视频监控技术

指在固定位点布设视频监测系统，实现对监测对象活动及周边生境的实时观测和影像记录的技术手段。该技术适用于监测在特定地点长期性、经常性、季节性或规律性活动的陆生野生动物，也可用于人为活动和火情监测等。

采用该技术监测陆生野生动物或人为活动，其设备包括监测摄像机、传输设备、供电设备三大主要部分，确保长期、持续工作和实施回传监测影像，并可远程遥控调节焦距、视角，还需具备夜间红外摄像、防水、防尘、防晒、防潮和超低温等功能。

采用远程视频监控技术监测陆生野生动物，应将实时观看监测影像列为重要日常工作，并定时记录、报送相关信息；对发现的产仔、野生动物疾病、个体死亡等重要情况应及时报告管理机构。可采用AI边缘计算技术，对于有价值的物种影像，鉴定后再进行传输。

采用热成像重载云台摄像头，主要用于防火监控。

4.2.8 智能电子界桩

智能电子界桩集成了位置信息、感光器件、温湿度器件、视频采集模块、无线通信模块，运用姿态传感、红外入侵、可见光图像传感等复合传感与人工智能（AI）技术精准监测界桩倒伏与人员入侵现象，再利用自组网、NB-IoT等无线通信接入云端，实现现场数据实时回传，方便管理人员实时掌控界桩姿态、现场环境、越界统计等信息。

在水域可将智能电子界桩安装在浮标上，与船只的船舶定位系统（AIG）相结合，可实时察觉越界船只，并可通过喊话或人工驱离。

国家公园内有时会发生盗采盗伐、偷猎、破坏野生动物栖息地等违法犯罪现象，因国家公园范围广、树林密、条件差、无电力、无网络，建立实体界桩难度很大，通过人工治理的方式也无法达到预期的目标。结合高科技手段，安

装电子界桩建立电子围栏，可提升保护管理能力，实现保护区内人类活动的有效管控，保护生态环境不被破坏。

4.2.9 无人船

无人船是多搭载、超轻便的全碳身自动无人船平台，标准搭载多波束测深系统，集成搭载三维激光扫描仪以完成水上水下一体化三维点云数据采集。定制搭载ADCP、多参数水质仪、侧扫声呐等水文、物理勘查设备，用于河流、湖泊、近岸海洋水体、水质监测和浮游生物采样等。

4.2.10 地面移动机器人监测

地面移动机器人，抵近发现、侦查重要动植物，在不干扰和伤害旗舰物种的情况下进行监测，获得高清视频、位置坐标等数据。

特别针对野生动物，开发伪装式监测机器人，将机器人伪装成石头、枯树等模样，抵近侦查动物，获得高清视频数据。伪装式监测机器人可以采用太阳能供电或充电，放置在旗舰动物经常出没之地，考虑到国家公园的实际环境，可针对不同的场景条件定制不同伪装形态的监测机器人。系统主要由以下几个部分组成：小型全地形机器人、定位导航设备、感知避障处理器、全景红外监测相机、光伏供电设备和伪装外壳。

4.2.11 手持/背负式便携采集设备监测

为满足移动状态下数据采集与监测（可供国家公园巡护员随身携带、随时随地采集国家公园数据），采用手持/背负式便携采集设备实现全景高精度影像，既可用于植物单体和样地采样监测，可对灌木、小胸径植被快速完成三维重建，实现小场景下植被、树木实景影像和激光点云数据重构，同时设备也应支持国家公园内已建基础设施、地址遗迹等建筑设施地上地下、室内室外部分的三维重建。

系统应采用轻量化设计，便于单人携带，支持固定点监测和流动点监测。

4.3 基于实验室分析的监测方法

国家公园应结合对重点物种或生态系统的监测需求，选择采用定期、定点或随机采样方式获得资源和环境因子样本，通过实验分析方法了解掌握资源和环境动态变化情况。

4.3.1 DNA 技术

通过采集样品获取DNA序列信息，分析物种种类、遗传结构等。包括损伤性取样、非损伤性取样和环境DNA三种主要方式，原则上不应采用损伤性取样方法。DNA实验室分析步骤主要包括微量 DNA 提取、PCR扩增、高通量测序、DNA多态性分析。该技术适用于野生动植物个体识别、判定，以及对监测对象种群遗传多样性评估。

非损伤性取样指在不触及或不伤害监测对象实体的情况下，通过收集其脱落的毛发、羽毛、遗留的粪便、尿液、食物残渣、蛇蜕或其他附属物等作为实验样品，对监测对象个体遗传信息进行分析的技术手段。

环境DNA（eDNA）是生物与环境相互作用遗留的DNA，可能来源于生物脱落的组织、分泌物、排泄物、血液和尸体等，分布在土壤、沉积物和自然水体等环境中，是生物完整和片段化DNA的混合物。

4.3.2 土壤微生物测定

土壤微生物包括原核微生物如细菌、蓝细菌、放线菌及超显微结构微生物，以及真核生物如真菌、藻类(蓝藻除外)、地衣等。土壤微生物多样性的研究方法大体上可分为两类：基于生物或化学的方法和基于现代分子生物学技术的方法，生物或化学方法包括传统的平板计数法、荧光染色法、Biolog微平板分析、磷脂脂肪酸（phospholipid fatty acid, PLFA）谱图分析方法、脂肪酸甲酯（fatty acid methyl esters, FAME）谱图分析方法等。分子生物学方法可归纳为三方面：一是基于分子杂交技术的分子标记法，如荧光原位杂交（fluorescence in situ hybridization, FISH）、同位素标记技术等，可对微生物在特定环境中的存在与否、分布模式及丰度等情况进行研究，具有较高

的灵敏性和特异性。二是基于PCR 技术的研究方法，这些方法可以将极微量的DNA 进行大量扩增，通过比较分析基因序列的特异性来研究微生物的多样性。如随机扩增多态性DNA技术（random amplified polymorphic DNA, RAPD）、扩增片段长度多态性技术（amplified fragment length polymorphism, AFLP）、限制性片段长度多态性技术（restriction fragment length polymorphism, RFLP）和末端限制性片段长度多态技术（terminal restriction fragment length polymorphism, T-RFLP）、单链构象多态性技术（single-strand conformational polymorphism, SSCP）、变性梯度凝胶电泳（denaturing gradient gel electro-phoresis, DGGE）和温度梯度凝胶电泳（temperature gradient gel electrophoresis, TGGE）、核糖体基因间区分析（ribosomal intergenic spacer analysis, RISA）等。三是基于DNA序列测定的研究方法，分析具体碱基序列的突变情况，通过与生物信息学结合，进行数据比较分析，找出微生物多样性的遗传进化线索，如元基因组（metagenome）测序技术，成为对难培养微生物或不可培养微生物的系统发育和功能研究的重要方法。

4.3.3 土壤理化分析

土壤理化分析是指对土壤的物理性质和化学性质的分析。其中物理性质，是指土壤的物理状况，如孔隙度，含砂量，容重，松软程度等。化学分析指的是对所含化学成分的分析，如各种元素（铁锰铜锌，氮磷钾，钙镁硫等元素以及微量元素）的含量，有机质的含量，有机污染物含量等。土壤有机质既是植物矿物质营养和有机营养的源泉，又是土壤中异养型微生物的能源物质，同时也是形成土壤结构的重要因素。测定土壤有机质含量的多少，在一定程度上可说明土壤的肥沃程度。

4.3.4 土壤动物分析

原生动物是土壤中占绝对优势的微型真核生物，具有高度的形态和功能多样性，主要类群包括纤毛虫、鞭毛虫和壳变形虫。土壤原生动物定性研究的传统方法主要包括活体培养、活体观察、银染技术及电镜技术进行直接计数法与

培养计数。近年发展了新的方法，如土壤原生动物18S rDNA进行群落多样性测定，分子指纹图谱分析与环境宏基因组技术。分子指纹图谱分析技术是指分离纯化后的环境总 DNA经PCR扩增，结合电泳技术等分析获得指纹图谱，进而初步判定原生动物多样性。常用的分子指纹图谱主要包括变性梯度凝胶电泳图谱、温度梯度凝胶电泳图谱、末端限制性片段长度多态性图谱及单链构象多态性图谱等。环境宏基因组学技术包括文库构建、文库筛选及测序等。

中型和大型的土壤动物分离可以用手拣法、Tullgren 法（干漏斗法）和 Baemann 法（湿漏斗法），采用 25W 光照分离器，以持续照射 24hr 分离出来的动物个体数作为统计标准。

4.4 定位监测法

生态系统定位观测研究站、定位监测站（点）或者生物多样性野外长期观测站点等采用专业监测仪器设备，包括气象监测设备、水文监测设备、土壤监测设备、生态环境监测设备、野生动植物监测设备（红外相机、摄像机）等，对资源和环境开展定位定量监测。具体执行GB 50179、GB/T33703、LY/T 1606、LY/T 1707、LY/T 1698、HJ/T 193、HJ/T 166、SL219 等技术标准。在设有上述站点的国家公园，监测结果应与该国家公园共享，并纳入全国监测数据平台。

五、数据质量控制

采用全国林草生物多样性监测数据采集APP进行野外数据采集，并统一由该全国林草生物多样性监测平台进行数据汇总处理，然后共享到林草生态网络感知系统。未使用该APP的国家公园，要按照国家林草局发布的国家公园监测数据规范建设监测平台，并与上述两系统实现数据共享。

各个国家公园应按照《国家公园监测管理办法》相关规定和本技术指南，开展所辖区域的数据采集和相关信息数据的审核、管理等工作。将天基卫星遥感监测、空基航空遥感监测、地面综合监测等多种监测技术手段和方法融合，对国家公园形成立体化、精细化监测。

5.1 总体要求

(1) 对国家公园生态监测过程进行全面质量控制，确保监测结果的代表性、准确性、可靠性、可比性、完整性。

(2) 严格按照标准方法和各技术规范/标准的要求，进行布点采样、观测，保证样品及观测数据的代表性。

(3) 从现场采样观测到实验室分析数据汇总、测试数据统计分析、报告编制，进行全过程质量控制。定期对原始记录、监测结果进行核查，开展评估。

(4) 空间数据采取国家大地坐标 2000。

5.2 现场质量控制

(1) 工作人员应接受专业培训，具备野外采样、监测及记录的相关知识，熟悉操作规程，严格按照规范填写APP，如实记录，做好现场工作图像记录。

(2) 除了样品相关信息，采样时间、地点、水温、气温、水文、植被等也应有详细记录，确保样品数据的完整性。

(3) 确保人员及操作安全，禁止雷雨、大风、大雾等恶劣天气条件下进行现场工作，尽量避免单人作业。

5.3 实验室质量控制

(1) 严格按照国家标准，完成室内分析。测试分析过程随机抽查，图像记录。

(2) 规范填写监测数据，完好保存原始数据记录。

(3) 原始记录及数据整理过程记录和过程数据都需要建立档案并存档。

(4) 及时整理、审核和检查监测数据，并及时进行必要补充，保证数据的准确性。

(5) 所有长期监测数据和文档需进行备份（光盘、硬盘），保证数据长期可用和安全性。每半年检查并更新、备份数据一次，防止由于储存介质问题引起数据丢失。

5.4 遥感数据质量控制

卫星遥感数据的获取、解译和分发由国家林草局统一组织。

六、监测报告编写

各国家公园管理机构需编写年度监测报告、五年监测报告、专项监测报告等；监测报告提纲包括以下内容。

6.1 年度/五年监测报告

每年或者一定时间内对国家公园生态系统与自然资源、生物多样性、环境要素、人为和自然干扰、科学利用和保护管理等方面进行动态分析评价，从生物多样性保护和生态功能提升、自然资源资产、生态产品价值实现等角度对国家公园自然禀赋、管理成效、资源资产和负面清单等方面进行深入分析，总结前期工作成果，并对周期内出现的问题提出针对性建议。为下一阶段监测实施针对性、专业性指导。

6.2 专题监测报告

关于连续监测的生态系统与自然资源、生物多样性、环境要素、人为和自然干扰、科学利用和保护管理等某一方面的专门监测报告，主要说明监测目标的空间分布、变化动态、威胁分析、相关保护管理行动及其有效性。提出保护管理建议。

6.3 监测报告格式要求

文本外形尺寸：A4（210 mm×297 mm）。

封面格式：

第一行书写：×××省（或市，或自治区）×××国家公园（一号宋体，加黑，居中）；

第二行书写：监测报告（一号宋体，加黑，居中）；

落款书写：编制单位全称（如有多个单位可逐一列入，三号宋体，加黑，居中）；

第四行书写：××××年××月（小三号宋体，加黑，居中）；

以上各行间距应适宜，保持封面美观。

封二格式：分行写明：监测项目实施单位全称（加盖公章）；项目负责人、技术总负责人姓名；监测报告编制单位全称（加盖公章）；编制人、审核人姓名；编制单位地址；通信地址；邮政编码；联系人姓名；联系电话；E-mail地址等内容。

正文内容：

（一）前言

（二）摘要

（三）监测区域概况

（四）监测方法和结果

按照本指南第二部分（监测内容与指标）的顺序，整理监测方法和结果，形成文字或图表等（根据监测对象，可选择旬、月、季、半年、年、专报），应包含明确、可靠的结论。

（五）监测结果分析

分析国家公园生态系统、生物多样性、环境要素、面临的威胁等方面的动态变化，形成结论。

（六）对策建议等

附件：数据集，分析图表

以上部分内容可通过信息管理平台自动生成。

附件：国家公园监测指标与方法

系列	类别		指标	指标性质	监测频度	国家公园职责	监测方法	备注	
自然资源	1	森林资源	1	森林覆盖率	必选	每年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			2	森林类型	必选	每年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			3	森林面积	必选	每年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			4	地类	必选	每年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			5	起源	备选	每5年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			6	优势树种(组)	备选	每5年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			7	林龄	备选	每5年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			8	郁闭度	备选	每5年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			9	蓄积量	备选	每5年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			10	碳储量	备选	每5年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			11	管理属性变化	备选	每5年统计	数据收集	资料查询	
	2	草原资源	12	草原类型及面积	必选	每年监测统计	地面测量	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	

系列	类别		指标	指标性质	监测频度	国家公园职责	监测方法	备注			
			13	草原综合植被盖度	必选	每年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询			
			14	草地类型	备选	每5年监测	地面监测	星遥感监测、固定样地、资料查询			
			15	优势草种	备选	每5年监测	地面监测	星遥感监测、固定样地、资料查询			
			16	单位面积产草量(鲜草干草)	备选	每5年监测	地面监测	星遥感监测、固定样地、资料查询			
			17	碳储量	备选	每5年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询			
			18	健康和退化程度	备选	每年监测统计	地面监测	卫星遥感监测、固定样地、资料查询			
			19	地上和地下生物量	备选	每5年监测统计	地面监测	卫星遥感监测、固定样地、资料查询			
			20	牲畜超载率	备选	每年监测统计	地面监测	卫星遥感监测、固定样地、资料查询			
			21	利用方式	备选	每年监测统计	数据收据	卫星遥感监测、固定样地、资料查询			
			22	管理属性变化(权属,保护等级,草原功能类别等)	备选	每年监测统计	数据收集	监测			
			3	湿地资源	23	湿地类型、分布及面积	必选	每年监测	地面测量	卫星遥感监测、地面监测	
					24	湿地水环境	备选	实时监测	地面测量	卫星遥感监测、地面监测	
25	保护与利用	备选			每年监测	数据收集	卫星遥感监测、地面监测				

系列	类别		指标		指标性质	监测频度	国家公园职责	监测方法	备注
			26	湿地植被碳储量	备选	每5年监测	数据收集	卫星遥感监测、地面监测	
			27	泥炭地厚度及储量	备选	每5年监测	数据收集	卫星遥感监测、地面监测	
	4	荒漠资源	28	荒漠类型、分布与面积	必选	每年监测	数据收集	卫星遥感监测、地面监测	
			29	荒漠植被类型	备选	每年监测	测量与数据收集	卫星遥感监测、地面监测	
			30	综合植被盖度	备选	每年监测	测量与数据收集	卫星遥感监测、地面监测	
			31	碳储量	备选	每5年监测	数据收集	卫星遥感监测、地面监测	
	5	海洋资源	32	海洋生态系统类型及面积	必选	各类型面积每5年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、实地监测、资料查询	
			33	自然岸线率	必选	每年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、地面监测、资料查询	
			34	海岸线类型与长度	备选	每5年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			35	海域类型、分布、面积	备选	每5年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			36	海岛的类型、分布、面积	备选	每5年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、固定样地、资料查询	
			37	开发利用与保护情况	备选	每5年统计	实际测量	观测站点、资料查询	
	6	矿产资源	38	矿产资源种类、分布和储量	必选	每5年监测	资料收集	地面监测	

系列	类别		指标		指标性质	监测频度	国家公园职责	监测方法	备注
			39	探矿、采矿活动范围	备选	每年监测统计	资料收集	卫星遥感监测、地面监测	
			40	采石、采沙活动范围	备选	每年监测统计	资料收集	卫星遥感监测、地面监测	
	7	土地资源	41	土地类型及面积	必选	每年监测统计	资料汇总	卫星遥感监测、地面监测	
			42	土地利用类型变化	必选	实时监测	实时监控	卫星遥感监测、地面监测	
			43	土地质量	备选	每年统计	资料汇总	卫星遥感监测、地面监测	
	8	水资源	44	水资源总量	必选	每年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、地面监测、实验分析	
			45	进出界径流量	必选	每年监测统计	设备监控	生态定位观测站点、实验分析	
			46	冰川面积	必选	每年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、地面监测	
			47	冰川消退速率	必选	每年监测统计	数据收集	卫星遥感监测、地面监测	
			48	地表水资源量	备选	实时监控	设备监控	卫星遥感监测、地面监测	
			49	地下水资源量	备选	实时监控	设备监控	定点设备监测、地面监测	
50			河流年径流量	备选	实时监控	设备监控	卫星遥感监测、地面监测		
51			水库、湖泊蓄水量	备选	实时监控	设备监控	卫星遥感监测、地面监测		

系列	类别		指标		指标性质	监测频度	国家公园职责	监测方法	备注
			52	地下水动态	备选	实时监控	数据收集	设备监控	
生物多样性	9	生态系统多样性	53	生态系统类型、分布与面积	必选	每年监测	野外监测	卫星遥感监测、地面监测、专项监测	
			54	土壤保持量	备选	每年统计1次	资料汇总	模型分析测算，定位研究	
			55	固碳量	必选	每年统计1次	资料汇总	模型分析测算，定位研究	
			56	水源涵养	备选	每年统计1次，	资料汇总	台、站、点专项监测	
			57	栖息地保护	备选	实时监控，每年统计一次	地面监测	台、站、点专项监测	
			58	生态系统连通性与破碎度	备选	每年一次	资料汇总	资料汇总	
			59	生态系统原真性与完整性	备选	每年一次	资料汇总	资料汇总	
	10	植物多样性	60	重点保护分布、数量和生境状况	必选	每5年一次	地面监测	激光雷达、遥感卫星等监测，样方、样地人工监测	
			61	极小种群植物分布、数量和生境状况	必选	每5年监测	野外监测	激光雷达、遥感卫星等监测，样方人工监测	
			62	植物群落结构	备选	每5年监测	野外监测	激光雷达、遥感卫星等监测，样方人工监测	
			63	植物物候	备选	实时监控	野外监测	地面设备或人工记录	
	11	菌物多样性	64	重点大型真菌分布、数量	必选	每5年一次	野外监测	样线、样方监测	

系列	类别		指标		指标性质	监测频度	国家公园职责	监测方法	备注	
			65	其他大型真菌分布、数量	备选	每5年一次	野外监测	样线、样方监测		
			66	真菌生境状况	备选	每5年一次	野外监测	样线、样方监测		
	12	动物多样性	67	国家重点保护动物分布、数量	必选	年度统计	野外监测	地面监测，红外相机、声纹监测、遥感分析		
			68	重点保护动物生境状况	必选	年度统计	野外监测	地面监测，红外相机、声纹监测、遥感分析		
			69	动物物种组成	必选	年度汇总	野外监测	地面监测，红外相机、声纹监测、遥感分析		
			70	种群结构	备选	年度汇总	野外监测	地面监测，红外相机、声纹监测、遥感分析		
			71	活动节律	备选	年度汇总	野外监测	地面监测，红外相机、声纹监测、遥感分析		
	13	遗传多样性	72	旗舰物种遗传结构	必选	每5年一次，重点监测物种样区	协助采样	测序		
			73	等位基因多样性	备选	每5年一次，重点监测物种样区	协助采样	测序		
			74	遗传地理分化	备选	每5年一次，重点监测物种样区	协助采样	DNA条形码，测序		
			75	谱系多样性（种群间的遗传分化）	备选	每5年一次，重点监测物种样区	协助采样	测序		
	人文	14	自然与人	76	景观类型及面积	必选	实时监测与年度汇总	野外监测	实时监控，实地测量，遥感分析无	

系列	类别		指标		指标性质	监测频度	国家公园职责	监测方法	备注
景观与地质遗迹	文景观		77	景观类型保存状况	必选	年度监测	野外监测	人机、实时监控，实地测量	
			78	景观利用情况	必选	本底监测，实时监测	野外工作	实时监控，实地测量，遥感与无人机	
			79	景观原真性	备选	年度监测	协助监测	遥感与无人机监测	
			80	景观完整性	备选	年度监测	协助监测	遥感与无人机监测	
	15	地质遗迹	81	地貌类型与分布	必选	年度监测一次	野外监测	遥感与无测人机监测	
			82	遗迹类型与分布	必选	年度监测一次	野外监测	遥感与无测人机监测	
			83	利用与保护状况	必选	季度监测	野外监测	遥感与无测人机监测，实时监控	
			84	地质剖面类型分布	备选	年度监测	野外监测	遥感与无测人机监测，实时监控	
			85	遗迹原真性与完整性	备选	年度监测	野外监测	遥感与无测人机监测，实时监控	
	环境要素	16	气象	86	风速，风向	必选	实时监测	设备维护	自动气象站
87				空气温度（最高气温、最低气温、平均气温）与湿度	必选	实时监测	设备维护	自动气象站	
88				空气湿度	必选	实时监测	设备维护	自动气象站	
89				风速、风向	必选	实时监测	设备维护	自动气象站	

系列	类别		指标	指标性质	监测频度	国家公园职责	监测方法	备注	
			90	雪（初雪、终雪、雪深、降雪量）	必选	有降雪测，每日1次（8时）	野外监测	人工观察或自动气象站	
			91	日照时间	备选	实时监测	设备维护	自动气象站	
			92	降水（降雨时间、降雨量、降雨强度）	备选	实时监测	设备维护	自动气象站	
			93	空气质量（可吸入颗粒物PM、二氧化碳、二氧化硫、二氧化氮等）	备选	实时监测	设备维护	大气成分传感器	
			94	霜（初霜、终霜）	备选	每年1次	野外监测	人工观察	
			95	日照质量（总辐射量）	备选	每日1次	设备维护	自动气象站	
			96	大气气压	备选	实时监测	设备维护	自动气象站	
			97	地表及土壤温度（地表温度、土壤温度和地表最低/最高温度）	备选	实时监测	设备维护	温度传感器	
			98	光合有效辐射	备选	实时监测	设备维护	自动监测设备	
			99	负氧离子含量	备选	实时监测	设备维护	负氧离子监测设备	
			17	水文水质	100	水文，水量如流量、流速	必选	实时监测	设备维护
101	水质（混浊度、电导率、透明度、浮游生物和叶绿素a）	备选			实时监测，或每月一次	设备维护	水质监测仪		

系列	类别		指标		指标性质	监测频度	国家公园职责	监测方法	备注
	18	土壤	102	土壤类型、分布及面积	必选	每5年监测一次	野外监测	实地取样, 遥感监测	
			103	土壤物理性质(含水量、质地、温度)	备选	连续监测	取样	实验室测试分析	
			104	土壤化学性质(有机质、腐殖质含量, PH值、养分、矿物质含量)	备选	每年1次或实时监测	取样	实验室测试分析或土壤传感器	
资源 可 持 续 利 用	19	生态旅游	105	游客数量	必选	实时监测, 每年统计1次	实地监测	视频监控, 遥感监测、地面核查、监测统计	
			106	生态旅游规划	必选	每5年或者10年	资料提供	资料分析	
			107	生态旅游方式	必选	资料分析	资料提供	资料分析	
		与自然 教育	108	自然教育人次、类型及质量	必选	实时监测,	实地监测	视频监控, 遥感监测、地面核查、监测统计	
			109	自然教育课程设计数量	必选	每年统计1次	收集资料	资料统计	
			110	访客影响方式及程度	必选	实时监测, 每年统计1次	实地监测	视频监控, 遥感监测、地面核查、监测统计	
			111	旅游收入, 从业人员数量	备选	实时监测, 每年统计1次	资料统计	地面核查、监测统计	
			112	旅游影响(正负面效果)	备选	实时监测, 每年统计1次	实地监测	视频监控, 遥感监测、地面核查、监测统计	
			113	游客满意度	备选	实时监测, 每年统计1次	实地监测	问卷监测、统计分析	
			114	自然教育线路情况	备选	每年统计1次	资料统计	资料统计	

系列	类别		指标		指标性质	监测频度	国家公园职责	监测方法	备注
			115	床位数量	备选	每年统计 1 次	资料统计	资料统计	
	20	居民生产和生活经营活动	116	合法利用（种植、养殖、采集放牧）类型及规模	必选	实时监测，每年统计 1 次	实地监测	视频监控，遥感监测、地面核查、监测统计	
117			特许经营类型及规模	必选	实时监测，每年统计 1 次	实地监测	视频监控，遥感监测、地面核查、监测统计		
118			持续利用采集数量	备选	每年统计 1 次	资料收集	资料统计		
119			可持续利用收入	备选	每年统计 1 次	资料收集	资料统计		
	21	科学研究和勘查监测	120	科研勘查人员数量	必选	每年统计 1 次	资料收集	资料统计	
121			科研勘查活动类型及利用量	必选	实时监测，每年统计 1 次	实地监测	视频监控，遥感监测、地面核查、监测统计		
122			科研勘查项目	备选	每年统计 1 次	资料收集	资料统计		
123			科研勘查手段和周期	备选	每年统计 1 次	资料收集	资料统计		
扰动和威胁	22	扰动和威胁监测	124	修路、采探矿、开垦、工程建设、小水电、人工商品林等	必选	实时监测，每年统计 1 次	实时监测	视频监控，遥感监测、地面核查、监测统计	
			125	违法违规采集、采伐、捕捞、放牧、盗猎、种养殖、放生、非法穿越等人为活动	必选	实时监测，每年统计 1 次	实时监测	视频监控，遥感监测、地面核查、监测统计	
			126	污染、倾倒垃圾、过量使用农药化肥等发生的时间、位置、面积；	必选	实时监测，每年统计 1 次	实时监测	视频监控，遥感监测、地面核查、监测统计	

系列	类别		指标		指标性质	监测频度	国家公园职责	监测方法	备注
			127	疫源疫病、有害生物（含外来入侵物种种类）发生时间、面积和影响程度	必选	实时监测，每年统计1次	野外监测	实地监测	
			128	人兽冲突时间、地点及损失类型与数量	必选	实时监测，每年汇总	野外监测	实地监测	
			129	火灾发生次数、面积、程度	备选	实时监测，每年统计1次	野外监测	视频监控，实地监测	
			130	地质灾害发生次数、面积、程度	备选	实时监测，每年统计1次	野外监测	视频监控，实地监测	
			131	极端天气频度及强度	备选	实时监测，每年统计1次	实时记录	台站监测，监测统计	
保护管理活动	23	保护管理活动	132	基础设施建设地点进度	必选	每年统计1次	实地监测	遥感分析，地面核查	
			133	种群行动（对象，面积，效果）	必选	每年统计1次	实地监测	地面核查	
			134	生态修复类型及面积、效果	必选	实时监测，每年统计1次	实地监测	遥感分析，地面核查	
			135	专兼职人员和志愿者活动	必选	每年统计1次	资料收集	数据汇总	
			136	保护管理巡护人次、里程	必选	每年统计1次	资料收集	巡护 app 数据汇总	
			137	社区参与	备选	每年统计1次	资料收集	巡护 app 数据汇总	
			138	灾害管控	备选	每年统计1次	实地监测	巡护，视频监控，遥感监测	
			139	环境整治活动	备选	实时监测，每年统计1次	实地监测	社会访问、监测统计	
			140	人兽冲突缓解措施及效果	备选	实时监测，每年统计1次	实地监测	社会访问、监测统计	