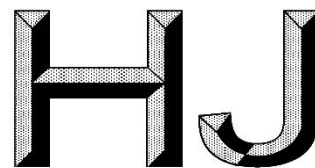


附件 4



中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□□—20□□

全国生态状况调查评估技术规范 ——城市生态系统调查

Technical specification for investigation and assessment of national ecological
status

——investigation of urban ecosystem
(征求意见稿)

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

生态环境部 发布

目 次

前 言	ii
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
5 调查技术流程	2
6 调查指标体系	3
7 数据管理与质量控制	4
附录 A（规范性附录）城市生态系统调查指标内涵与观测评估方法	5

前 言

为贯彻《中华人民共和国生态环境法典》及相关法规，规范城市生态系统调查，制定本标准。

本标准规定了城市生态系统调查的基本原则、调查内容、观测与评估指标及方法、数据质量管理等；适用于地级市建成区城市生态系统的观测与评估，县级市及区（县）可参照执行。

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准为首次发布。

本标准与以下标准同属全国生态状况调查评估技术规范系列标准：

《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——森林生态系统野外观测》（HJ 1167—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——草地生态系统野外观测》（HJ 1168—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——湿地生态系统野外观测》（HJ 1169—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——荒漠生态系统野外观测》（HJ 1170—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统格局评估》（HJ 1171—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统服务功能评估》（HJ 1173—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——生态问题评估》（HJ 1174—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——项目尺度生态影响评估》（HJ 1175—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——数据质量控制与集成》（HJ 1176—2021）。

本标准由生态环境部自然生态保护司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：生态环境部卫星环境应用中心、中国科学院地理科学与资源研究所、南京信息工程大学、北京市生态环境监测中心、深圳市环境科学研究院、中国科学院城市环境研究所。

本标准由生态环境部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

全国生态状况调查评估技术规范

——城市生态系统调查

1 适用范围

本标准规定了城市生态系统调查的基本原则、调查内容、观测与评估指标及方法、数据质量管理等。

本标准适用于地级市建成区城市生态系统的观测与评估，县级市及区（县）可参照执行。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用标准，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

GB/T 33669	极端降水监测指标
GB/T 35226	地面气象观测规范 空气温度和湿度
GB/T 35228	地面气象观测规范 降水量
GB/T 35237	地面气象观测规范 自动观测
HJ 633	《环境空气质量指数（AQI）技术规定》
HJ 640	环境噪声监测技术规范 城市声环境常规监测
HJ 663	环境空气质量评价技术规范（试行）
HJ 710	生物多样性观测技术导则（系列）
HJ/T 166	土壤环境监测技术规范
HJ/T 193	环境空气质量自动监测技术规范
DB11/T 2497	绿视率调查评估技术规程
DB 61/T 1695	城市热岛效应遥感监测技术规程
QX/T 280	极端高温监测指标
QX/T 380	空气负（氧）离子浓度等级

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

城市生态系统 urban ecosystem

以人类聚居为核心的城市生态系统，通过社会经济活动与治理行为与自然过程强烈耦合，表现为高频互动、强度大、反馈快的人—地相互作用，以及自然与社会子系统之间能量物质的持续交换。

3.2

建成区 built-up area

城市行政区内已成片开发建设、市政公用设施和公共设施基本具备的地区。

3.3

城市生态系统格局 urban ecosystem pattern

城市生态系统各组成要素的空间组成、结构配置与相互关系，组成要素包括居住、市政与公共设施用地、工矿用地、交通设施、公共绿地、湿地与水体、农田等。

3.4

城市热岛 urban heat island

因下垫面硬化、人工热排放、通风受阻与形态效应等导致城市近地层（或地表）温度显著高于周边郊区的现象。

3.5

城市生态系统服务功能 urban ecosystem function

城市生态系统通过其生态过程所形成、维持的可为人类福祉提供的各种惠益。

4 总则

本标准规定的内容遵循规范性、可操作性、先进性和经济技术可行性的原则。

5 调查技术流程

城市生态系统调查工作流程包括以下三个步骤，见图 1：

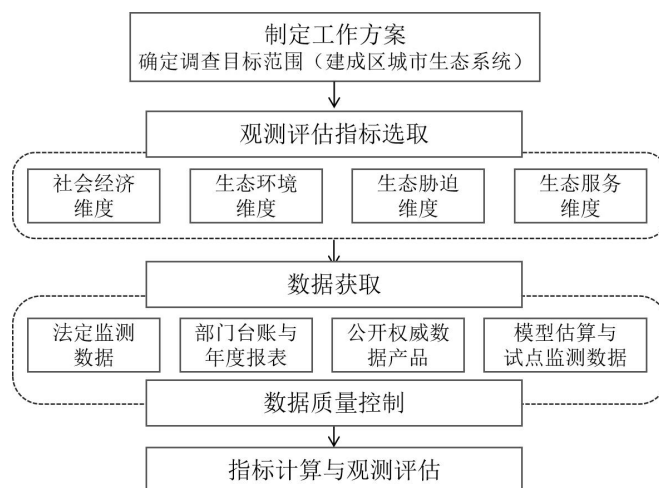


图 1 城市生态系统调查工作流程

- a) 制定工作方案：明确调查目标与边界（建成区城市生态系统）、对象与周期等；
- b) 指标遴选与口径确定：按照“四维框架”形成调查指标清单；
- c) 数据获取与质量控制：按照指标评估观测方法要求采集并补齐数据，同步完成元数据记录、口径校核。

6 调查指标体系

城市生态系统的调查指标分为 3 个层级，一级指标包括社会经济、生态环境、生态胁迫和生态服务 4 个维度；二级指标共 8 个监测对象；三级指标共 32 项，见表 1。

表 1 城市生态系统调查框架及指标

序号	维度	监测对象	指标	调查周期
1	社会经济维度	人口与经济	建成区面积	年
2			人口密度	年
3			人均 GDP	年
4			单位国土面积 GDP 强度	年
5			道路密度	年
6	生态环境维度	气象	年均气温	年
7			年降水量	年
8			风速	年
9			年蒸发量	年
10			空气湿度	年
11			极端高温日数	年
12			极端强降水日数	年
13		环境质量	空气质量优良天数比例	年/月
14			主要污染物浓度	年/月
15			地表水Ⅲ类及以上断面比例	年/月
16			土壤环境质量达标率	年
17			声环境等级较好天数	年
18		覆盖度蓝绿格局	绿地率	年
19			水体面积比例	年
20			不透水地表面积占比	年
21			树种丰富度	年
22			蓝绿空间连通性	年
23	生态胁迫维度	资源与排放压力	碳排放强度	年
24			生活污水产生强度	年
25			人均垃圾产生量	年
26		热/雨洪压力	建成区热岛强度	年
27			单位面积排水管网长度	年
28	生态服务维度	调节服务	绿地微气候调节能力	年
29			绿地空气净化能力	年
30			固碳能力	年
31		休闲游憩	绿视率	年
32			负氧离子水平	年

7 数据管理与质量控制

7.1 数据来源

本标准所涉数据来源主要包括四类：

- a) 监测数据，包括生态环境部门空气、地表水、生态质量监测，气象地面观测，水利水文与水资源公报，自然资源土地利用、覆盖，住房城乡建设、公园绿地与市政设施，交通道路里程，统计人口、GDP、能源平衡表等；
- b) 部门台账与年度报表，包括 a) 中提及的部门按职责形成并正式发布的年度统计报表、业务台账与专题年鉴，使用时注明统计口径、时间范围与发布版本；
- c) 公开数据产品，包括国务院有关部门及国家级科学数据中心、行业平台发布的基础地理、遥感与生态环境产品，如国家统计年鉴及分省年鉴、空气、水环境年度公报、国土调查及土地利用、覆盖数据、国家气象科学数据中心格点与站点资料、资源环境科学数据中心栅格产品、国家地理信息公共服务平台数据等；
- d) 模型估算与试点监测数据，仅在无可用法定数据或权威产品时补充使用，并同步提供方法说明、参数来源、校验结果与不确定性评估，在成果中明确标注。

7.2 质量控制

7.2.1 监测类

监测类数据原则上以法定监测数据为准；确需采用自行监测数据的，应说明采测方法、仪器与口径，提供必要的质控说明，并在成果中明确标注来源。

7.2.2 部门台账与年度报表

核对统计口径与期别一致（如常住/户籍、生活/生产用水、一次/终端能耗）；口径或基期调整须在指标说明中注明来源与生效时间。

7.2.3 公开数据产品

明确产品/传感器、版本、获取时段、分辨率、分类体系与坐标基准（统一 CGCS2000）；跨期保持同一产品与算法参数；分类成果提供误差矩阵；统一投影/分辨率/裁剪范围，热岛等需同季同窗对比。

7.2.4 模型估算数据

记录模型名称/版本、输入数据与关键参数；记录不确定性区间/等级。

附录 A
(规范性附录)
城市生态系统调查指标内涵与观测评估方法

A.1 建成区面积

内涵：城市行政区内已成片开发建设、市政公用设施和公共设施基本具备的地区。

单位：km²。

数据来源：《中国城市建设统计年鉴》中建成区面积指标。

A.2 人口密度

内涵：建成区内单位国土面积承载的常住人口数量，表征区域人口集聚程度、反映人类活动对生态环境压力强度。

单位：人/km²。

测算方法：见公式（A.1）。

$$D_p = \frac{P}{A} \quad (\text{A.1})$$

式中： D_p ——人口密度，单位：人/km²；

P ——常住人口数，单位：人；

A ——建成区面积，单位：km²。

数据获取：统计年鉴。

A.3 人均 GDP

内涵：地区生产总值与常住人口之比，反映经济发展水平。

单位：万元/人·年。

测算方法：见公式（A.2）。

$$GDP_{pc} = \frac{GDP}{P} \quad (\text{A.2})$$

式中： GDP_{pc} ——人均 GDP，单位：万元/人·年；

GDP ——地区生产总值，单位：万元/年；

P ——常住人口数，单位：人。

数据获取：人口普查、统计年鉴。

A.4 单位国土面积 GDP 强度

内涵：单位国土面积上产生的地区生产总值。

单位：万元/km²。

测算方法：见公式（A.3）。

$$GI = \frac{GDP}{A} \quad (\text{A.3})$$

式中： GI ——单位国土面积 GDP 强度，单位：万元/km²；

GDP —— 地区生产总值：单位：万元；

A —— 建成区面积，单位： km^2 。

数据获取：统计年鉴、地方统计局 GDP 核算。

A.5 道路密度

内涵：道路网总里程与国土面积的比值，反映交通基础设施密集程度及对下垫面的潜在影响。

单位： km/km^2 。

测算方法：见公式（A.4）。

$$D_r = \frac{L_r}{A} \quad (\text{A.4})$$

式中： D_r —— 道路密度，单位 km/km^2 ；

L_r —— 道路总长度，单位： km ；

A —— 建成区面积，单位： km^2 。

数据获取：《中国城市建设统计年鉴》等。

A.6 年均气温

内涵：一定时期内的空气温度状况，是热环境与生态过程分析的基础。

单位： $^{\circ}\text{C}$ 。

观测方法：参考 GB/T 35226 中 3.1 的相关要求执行。

A.7 年降水量

内涵：一定时段内的未经蒸发、渗透、流失的降水，在水平面上积累的深度。

单位： mm 。

观测方法：参考 GB/T 35228 中 3.1 的相关要求执行。

A.8 风速

内涵：地面风速水平，影响污染扩散与热量输送。

单位： m/s 。

观测方法：参考 GB/T 35228 中 4.4.2 的相关要求执行。

A.9 年蒸发量

内涵：一定时段内，一定容量的水由液态或固态变为汽态的量，是水量平衡与能量交换的重要参数。

单位： mm 。

观测方法：参考 GB/T 35228 中 3.1 的相关要求执行。

A.10 空气湿度

内涵：地面气象观测中测定的是百叶窗等防辐射装置中距地面 1.50 m 高度的空气湿度。

单位：湿度用水汽压、相对湿度和露点温度表示。

观测方法：参考 GB/T 35228 中 3.1 的相关要求执行。

A.11 极端高温日数

内涵：大于或等于极端阈值的极端高温天数。

单位：天。

观测方法：参考 QX/T 280 的相关要求执行。

A.12 极端强降水日数

内涵：大于或等于降水日极端阈值的降水日数。

单位：天。

观测方法：参考 GB/T 33669 的相关要求执行。

A.13 空气质量优良天数比例

内涵：空气质量达到 HJ 633 二级标准（AQI 优良）的天数占全年天数的比例。

单位：%。

测算方法：见公式（A.5）。

$$R_{aq} = \frac{D_q}{D_{year}} \times 100\% \quad (\text{A.5})$$

式中： R_{aq} ——空气质量优良天数比例，单位：%；

D_q ——AQI 优良天数，单位：天；

D_{year} ——全年总天数，单位：天。

数据获取方式：生态环境部空气质量发布平台、地方监测站数据。

A.14 主要污染物浓度

内涵：空气污染中主要管控的常规污染物（PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、SO₂、O₃、CO）及花粉浓度。

数据获取：生态环境部空气质量发布平台、地方监测站数据。

A.15 地表水Ⅲ类及以上断面比例

内涵：达到及优于Ⅲ类标准的地表水断面数占比。

单位：%。

测算方法：见公式（A.6）。

$$R_{wq} = \frac{A_{III}}{A_w} \times 100\% \quad (\text{A.6})$$

式中： R_{wq} ——Ⅲ类及以上地表水监测断面比例，单位：%；

A_{III} ——Ⅲ类及以上地表水监测断面数量，单位：个；

A_w ——地表水监测断面总数，单位：个。

数据获取：生态环境部门水质监测断面数据、遥感水质反演。

A.16 土壤环境质量达标率

内涵：指在土壤监测点位（或其代表的面积）中，各项污染物含量满足对应土壤环境质量标准要求

单位：%。

测算方法：见公式（A.7 和 A.8）。

$$R_{\text{Soil}} = \frac{N_{P_{ns}}}{N_{\text{总}}} \times 100\% \tag{A.7}$$

$$P_{ns} = \left\{ \frac{PI_{\text{均}}^2 + PI_{\text{最大}}^2}{2} \right\}^{1/2} \tag{A.8}$$

式中：R_{Soil}——基于内梅洛污染指数判定的土壤监测样本达标比例，单位：%；

N_{P_{ns}}——内梅洛污染指数达标（P_{ns}<1.0）样本数量，单位：个；

N_总——土壤环境监测的样本总数，单位：个；

P_{ns}——内梅洛污染指数，小于 1.0 为土壤环境质量达标；

PI_均——平均单项污染指数；

PI_{最大}——最大单项污染指数。

观测方法：参考 HJ/T 166 中 12.2 的要求执行。

A. 17 声环境等级较好天数

内涵：指昼间、夜间平均声效都达到二级的天数。

单位：天。

表 A 1 声环境分级规则

单位：dB(A)

等级	昼间平均声效等级范围	夜间平均声效等级范围	对应声环境质量评价
一级	≤30.0	≤40.0	好
二级	50.1 ~ 55.0	40.1 ~ 45.0	较好
三级	55.1 ~ 60.0	45.1 ~ 50.0	一般
四级	60.1 ~ 65.0	50.1 ~ 55.0	较差
五级	> 65.0	> 55.0	差

观测方法：参考 HJ 640。

A. 18 绿地率

内涵：建成区范围内绿地面积占比。

单位：%。

测算方法：见公式（A.9）。

$$R_{\text{green}} = \frac{G}{A} \times 100\% \tag{A.9}$$

式中：R_{green}——为绿地率，单位：%；

G——各类绿化用地总面积，单位：km²；

A——建成区面积，单位：km²。

数据获取：《中国城市建设统计年鉴》中绿地率指标。

A. 19 水体面积比例

内涵：城市蓝网（水体、湿地等）的面积占比。

单位：%。

测算方法：见公式（A.10）。

$$R_w = \frac{A_w}{A} \times 100\% \quad (\text{A.10})$$

式中： R_w ——水体面积比例，单位：%；

A_w ——水体面积，单位： km^2 ；

A ——建成区面积，单位： km^2 。

数据获取：水体矢量数据、遥感水体提取。

A. 20 不透水地表面积占比

内涵：道路、屋顶等硬化地表占比；会影响降水下渗、径流与热环境。

单位：%。

测算方法：见公式（A.11）。

$$R_{\text{imperv}} = \frac{A_{\text{imperv}}}{A} \times 100\% \quad (\text{A.11})$$

式中： R_{imperv} ——不透水地表面积比例，单位：%；

A_{imperv} ——道路、建筑屋顶等不透水地表面积，单位： km^2 ；

A ——建成区面积，单位： km^2 。

数据获取：遥感分类成果、城市下垫面调查数据。

A. 21 树种丰富度

内涵：指建成区内木本植物物种的数量规模。

单位：种。

数据获取：城市下垫面调查、生物多样性调查数据。

A. 22 蓝绿空间连通性

内涵：绿地、湿地、河流、湖泊等具有一定生态功能的自然要素的连通性。

测算方法：见公式（A.12）。

$$\text{COHESION} = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^m p_{ij}}{\sum_{j=1}^m p_{ij} \sqrt{a_{ij}}} \right] \left[1 - \frac{1}{\sqrt{A}} \right]^{-1} \times 100 \quad (\text{A.12})$$

式中： COHESION ——蓝绿空间的景观聚集度指数，取值范围 0~100；

m ——目标景观类型的斑块总数；

j ——斑块序号；

p_{ij} ——第 i 类景观中第 j 个斑块的周长；

a_{ij} ——第 i 类景观中第 j 个斑块的面积；

A ——第 i 类景观的总面积。

数据获取：土地利用数据、景观生态分析软件。

A. 23 碳排放强度

内涵：单位经济产出的碳排放量。

单位：t CO₂/万元。

测算方法：见公式（A.13）。

$$CI = \frac{CE}{GDP} \quad (A.13)$$

式中：CI——碳排放强度，单位：t CO₂/万元；

CE——碳排放量，单位：t CO₂；

GDP——国内生产总值，单位：万元；

数据获取：统计年鉴，碳核算数据库。

A. 24 生活污水产生强度

内涵：居民家庭用水、公共建筑用水、第三产业用水等产生的污水总量，与同期国内生产总值的比值。

单位：m³/万元。

测算方法：见公式（A.14）。

$$I_{sewage} = \frac{C}{GDP} \quad (A.14)$$

式中：I_{sewage}——人均污水产生强度，单位：m³/万元；

C——污水产生强度总量，单位：m³；

GDP——国内生产总值，单位：万元。

数据获取：城管/环卫部门统计、垃圾处理数据。

A. 25 人均垃圾产生量

内涵：居民生活垃圾产出强度，反映固体废弃物管理压力。

单位：kg/人·年。

测算方法：见公式（A.15）。

$$G_{pc} = \frac{G}{P} \quad (A.15)$$

式中：G_{pc}——人均垃圾产生量，单位：kg/人·年；

G——居民生活垃圾产生量，单位：kg/年；

P——常住人口数，单位：人。

数据获取：城管/环卫部门统计、垃圾处理数据。

A. 26 建成区热岛强度

内涵：建成区与郊区气温的差值，差值越大，热岛强度越大。

单位：℃。

测算方法：见公式（A.16）。

$$UHII = T_{urban} - T_{ref} \quad (A.16)$$

式中： $UHII$ ——城市热岛强度，单位：℃；

T_{urban} ——建成区气温均值，单位：℃；

T_{ref} ——城郊参考区气温均值，单位：℃。

数据获取：气象站温度数据。

A. 27 单位面积排水管网长度

内涵：指单位土地面积上的排水管网总长度。

单位： km/km^2 。

数据获取：《中国城市建设统计年鉴》。

A. 28 绿地微气候调节能力

内涵：指绿地、水体、透水铺装等生态下垫面，对区域近地面温度、湿度、风速、太阳辐射等气候要素的改善能力，用降温幅度表达。

单位：℃。

测算方法：见公式（A.17）。

$$\Delta T = T_{noeco} - T_{cur} \quad (\text{A.17})$$

式中： ΔT ——绿地调节作用表现出的降温幅度，单位：℃；

T_{noeco} ——调节区之外的参考区域温度，单位：℃；

T_{cur} ——绿地区域温度，单位：℃。

数据获取：LST 遥感、气象数据。

A. 29 绿地空气净化能力

内涵：建成区植被、湿地等生态系统通过吸附、滞留、降解等作用去除空气中主要污染物的能力，以建成区绿地覆盖区域与建成区总体的主要污染物浓度差值为量化依据，差值越大，净化能力越强。

测算方法：见公式（A.18）。

$$APC = C_{total} - C_{green} \quad (\text{A.18})$$

式中： APC ——表征建成区绿地、湿地等的空气污染物消除效应，单位：与污染物浓度一致；

C_{total} ——建成区的空气主要污染物平均浓度；

C_{green} ——城市建成区内植被、湿地等生态系统覆盖区域的空气主要污染物平均浓度。

观测方式：生态环境部空气质量发布平台、地方监测站数据。

A. 30 固碳能力

内涵：森林、湿地等生态系统在一定时期内固定的 CO_2 量。

单位： t CO_2 /年。

测算方法：见公式（A.19）。

$$C_{fix} = \sum_{i=1}^n (NPP_i \times A_i) \quad (\text{A.19})$$

式中： C_{fix} ——建成区绿地碳固定总量，单位： t CO_2 /年；

NPP_i ——单位面积绿地生态系统净初级生产力单位： t CO_2 / $\text{km}^2 \cdot \text{年}$ ；

A_i —— 绿地生态系统面积，单位：km²。

数据获取：遥感 NPP 产品、森林清查数据、生态模型（InVEST、CASA）。

A. 31 绿视率

内涵：人的视域范围内，林、田、水、草、花等生态要素所占的比率。

单位：%。

观测方法：参照 DB11/T 2497 中总体绿视率指标的调查方法。

A. 32 负氧离子水平

内涵：每立方厘米空气中离子迁移率大于或等于 0.4 cm²/(V.s)的离子数目。

单位：个/cm³。

观测方法：参照 QX/T 380。
