

# DB11

北京市地方标准

DB11/T 2289—2024

## 园林绿化生态系统监测网络数据处理技术规范

Technical specifications for data processing of landscaping  
ecosystem observation network

2024-06-28 发布

2024-10-01 实施

北京市市场监督管理局 发布

## 目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 数据等级设置.....	1
5 数据采集.....	2
6 数据标准化与质量控制.....	2
7 数据插补.....	4
8 数据计算.....	4
9 统计汇总.....	5
10 数据存档.....	5
附录 A（规范性）监测数据指标.....	6
附录 B（资料性）监测数据内容与相似环境参照.....	8
参考文献.....	9

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由北京市园林绿化局和北京市生态环境局提出并归口。

本文件由北京市园林绿化局组织实施。

本文件起草单位：北京林业大学、北京市园林绿化规划和资源监测中心（北京市林业碳汇与国际合作事务中心）、北京市生态环境监测中心。

本文件主要起草人：查天山、刘鹏、田赟、孙艳丽、高永龙、刘进祖、王立平、李鑫豪、贾昕、齐建东、王菁黎、李卫兵、李令军、鹿海峰、赵文慧、林岭、李瑞生、冯达、张海、陈春丽、胡东阳、张咏、刘倩、安康、张德怀、张翠芳、张学武、王迎、刘新月、赵洪贤、毛军、白玉洁、黄晋涛、杨洋、康瑶瑶、顿媛媛、周彩玲、倪雪楠、杨春欣、闫岩、王欢。

# 园林绿化生态系统监测网络数据处理技术规范

## 1 范围

本文件规定了园林绿化生态系统监测网络数据等级设置、数据采集、数据标准化与质量控制、数据插补、数据计算、统计汇总和数据存档等技术内容。

本文件适用于北京市园林绿化生态系统监测网络中的森林、草地、湿地与城市绿地地面监测站数据处理。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

DB11/T 1989 园林绿化生态系统监测网络建设规范

## 3 术语和定义

DB11/T 1989 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**原始数据 raw data**

系统自动采集和人工采集的未经处理数据。

### 3.2

**数据处理 data processing**

通过一系列流程将原始数据转换成用于生态系统功能评估的完整、规范数据的过程。

## 4 数据等级设置

数据等级按表1设置。

表1 园林绿化生态系统监测网络数据等级

数据等级	描述
一级数据	原始数据
二级数据	一级数据经过标准化和质量控制后的数据，可用于因子分析
三级数据	二级数据中缺失数据插补之后的数据，可用于数据统计、再分析与数据成果计算
四级数据	三级数据经过再计算的数据，形成数据成果

## 5 数据采集

### 5.1 数据采集类别

园林绿化生态系统监测网络数据采集类别包括生态系统水文、土壤、气象、生物和环境等五类数据，具体数据指标应符合附录A要求。

### 5.2 数据采集技术

数据采集技术应具备在复杂网络环境下，不同异构数据源之间高速、稳定的数据移动及同步能力，数据采集技术包括但不限于：

- 针对结构单一、数据量小的结构化数据，可通过数据库表、文件、网络服务、HTTP/HTTPS等技术进行数据采集；
- 针对传感器产生的类型丰富、数据量大的数据，可通过分布式系统接口、分布式流数据收集等技术进行数据采集；
- 针对实地调查、问卷调查等产生的数据，可通过在线填报、离线导入等人工转化方式进行数据采集。

### 5.3 数据采集方法

#### 5.3.1 人工采集

通过人工填报、人工导入等方式获得数据。

#### 5.3.2 系统自动采集

通过系统自动录入等方式获得数据，并应满足下列要求：

- 支持全量、历史数据采集；
- 支持实时或定时增量数据采集。

### 5.4 数据采集时间

应在每月上旬固定日期采集原始数据，记录为一级数据。

## 6 数据标准化与质量控制

### 6.1 标准化

#### 6.1.1 文件命名标准化

数据文件命名格式统一为“监测站缩写\_数据内容缩写\_采集日期缩写”，监测站按照站址首字母缩写，长度为3个字母，不足3个字母的按照生态系统类型首字母补全，数据内容与采集日期缩写名称见表B.1。

#### 6.1.2 数据指标名称和单位的标准化

数据指标的名称和单位应符合表A.1要求。

### 6.2 质量控制

#### 6.2.1 极限检查法

标准化的一级数据，应经过极限检查法检验，去除理论上不成立的异常数据。极限检查的数据上限和下限为各监测指标的理论监测范围，具体应符合表A.1要求。

### 6.2.2 标准差法

经极限检查法检验过的数据应按式（1）～式（4）每7 d进行标准差检验，如不满足式（5）应赋“NAN”。

$$X_{1\_mean} = \frac{\sum_i^n X_{1\_i}}{n} \dots\dots\dots (1)$$

$$STD = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_{1\_i} - X_{1\_mean})^2}{n}} \dots\dots\dots (2)$$

$$X_{1\_min2} = X_{1\_mean} - 5 \times STD \dots\dots\dots (3)$$

$$X_{1\_max2} = X_{1\_mean} + 5 \times STD \dots\dots\dots (4)$$

$$X_{1\_min2} < X_{1\_i} < X_{1\_max2} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$X_{1\_mean}$ ——一级数据7d均值；

$X_{1\_i}$ ——一级数据；

$n$ ——7d内有效一级数据的条数；

$STD$ ——7d内一级数据标准差；

$X_{1\_min2}$ ——7d内一级数据下限；

$X_{1\_max2}$ ——7d内一级数据上限。

### 6.2.3 摩擦风速阈值法

生态系统二氧化碳（CO<sub>2</sub>）交换量测量方法包括气室法、涡度相关法、同位素标记法等，基于涡度相关法测得的生态系统CO<sub>2</sub>交换量应经过摩擦风速阈值法检验，将夜间（光合有效辐射小于5 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>）摩擦风速分段（每0.02 m s<sup>-1</sup>），按式（6）和（7）分别计算平均CO<sub>2</sub>净交换量。按摩擦风速区间从小到大依次通过式（8）检验，首次满足式（8）的摩擦风速记为摩擦风速阈值。按式（9）检验夜间摩擦风速数据，如不满足应赋对应CO<sub>2</sub>交换量数据“NAN”。

$$F_{c1} = \frac{\sum_i^n X_{1\_n}}{n} \dots\dots\dots (6)$$

$$F_{c2} = \frac{\sum_{ii}^m X_{1\_n}}{m} \dots\dots\dots (7)$$

$$F_{c1} > 0.99 \times F_{c2} \dots\dots\dots (8)$$

$$U_{star} > U_{thre} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$F_{c1}$ ——某段摩擦风速下平均夜间CO<sub>2</sub>净交换量，单位为克碳每平方米（g C m<sup>-2</sup>）；

$X_{1\_n}$ ——一级数据夜间CO<sub>2</sub>净交换量，单位为克碳每平方米（g C m<sup>-2</sup>）；

$n$ —— $F_{c1}$ 对应摩擦风速区间内有效夜间CO<sub>2</sub>净交换量数据条数；

$F_{c2}$ ——大于 $F_{c1}$ 对应摩擦风速区间下平均夜间CO<sub>2</sub>净交换量，单位为克碳每平方米（g C m<sup>-2</sup>）；

$m$ ——大于 $F_{c1}$ 对应摩擦风速区间下有效夜间CO<sub>2</sub>净交换量数据条数；

$U_{star}$ ——摩擦风速，单位为米每秒（m s<sup>-1</sup>）；

$U_{thre}$ ——摩擦风速阈值，单位为米每秒（m s<sup>-1</sup>）。

### 6.3 数据处理时间

每月中旬固定日期对一级数据标准化与质量控制，处理后的数据记录为二级数据。

## 7 数据插补

二级数据缺失数据进行插补，缺失数据时间小于等于2 h，按式（10）计算；缺失数据时间大于2 h，按式（11）计算。每月下旬固定日期处理二级数据，处理后的数据记录为三级数据。

$$X_b = \frac{X_d - X_c}{d - c} \times (b - c) + X_c \dots\dots\dots (10)$$

$$X_b = \frac{\sum_i^m X_{2_i}}{m} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

- $X_b$ —— 缺失数据；
- $X_c$ —— 缺失数据的前一个有效二级数据；
- $X_d$ —— 缺失数据的后一个有效二级数据；
- $b$  —— 缺失数据条数；
- $c$  —— 缺失数据的前一个有效二级数据与缺失数据的间隔数据条数；
- $d$  —— 缺失数据的后一个有效二级数据与缺失数据的间隔数据条数；
- $X_{2_i}$  —— 7d内相似环境下有效二级数据，相似环境参照表B. 2；
- $m$  —— 7d内相似环境下有效二级数据的条数。

注：如m为0，以7d为周期，依此类推，直到m大于0。

## 8 数据计算

### 8.1 生态系统呼吸

基于焐度相关法的夜间（光合有效辐射 $\leq 5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ）生态系统呼吸按式（12）～式（13）计算，日间（光合有效辐射 $\geq 5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ）生态系统呼吸按式（14）计算。

$$RE_{\text{night}} = X_{3_n} \dots\dots\dots (12)$$

$$X_{3_n} = R_{\text{ref}} \cdot e^{[E_0 \times ((1/61.02) - 1/(T_{\text{anight}} + 46.02))]} \dots\dots\dots (13)$$

$$RE_{\text{day}} = R_{\text{ref}} \cdot e^{[E_0 \times ((1/61.02) - 1/(T_{\text{aday}} + 46.02))]} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

- $RE_{\text{night}}$  —— 夜间生态系统呼吸，单位为克碳每平方米（ $\text{g C m}^{-2}$ ）；
- $X_{3_n}$  —— 三级数据夜间二氧化碳净交换量，单位为克碳每平方米（ $\text{g C m}^{-2}$ ）；
- $R_{\text{ref}}$  —— 空气温度为  $15^\circ\text{C}$  时的生态系统呼吸，单位为克碳每平方米（ $\text{g C m}^{-2}$ ）；
- $E_0$  —— 活化能，无量纲；
- $T_{\text{anight}}$  —— 夜间空气温度，单位为摄氏度（ $^\circ\text{C}$ ）；
- $RE_{\text{day}}$  —— 白天生态系统呼吸，单位为克碳每平方米（ $\text{g C m}^{-2}$ ）；
- $T_{\text{aday}}$  —— 白天空气温度，单位为摄氏度（ $^\circ\text{C}$ ）。

## 8.2 生态系统蒸散发

生态系统蒸散发测量方法包括涡度相关法、同位素标记法、大孔径闪烁仪等，涡度相关法生态系统蒸散发应按式（15）计算：

$$ET = \frac{LE}{\lambda} \cdot \frac{1}{\rho_w} \dots \dots \dots (15)$$

式中：

$ET$  —— 生态系统蒸散发，单位为毫米（mm）；

$LE$  —— 潜热，单位为瓦/平方米（ $W m^{-2}$ ）；

$\lambda$  —— 水的汽化潜热，此处取  $2.45 kJ g^{-1}$ ；

$\rho_w$  —— 水的密度，此处取  $1 g cm^{-3}$ 。

## 8.3 数据计算时间

每月底对三级数据计算，处理后的数据记录为四级数据。

## 9 统计汇总

各等级数据应采用算术平均法汇总为小时、日、周、月、年的平均值、最大值、最小值等，并统计监测地点、监测时间、数据总条数、异常数据条数、有效数据条数等，分级记录整理为数据说明文件。

## 10 数据存档

数据文件应按照一级数据文件、二级数据文件、三级数据文件、四级数据文件、数据说明文件分类整理并每月存档，每类文件应有三个不同介质的备份。

附 录 A  
(规范性)  
监测数据指标

表A.1规定了园林绿化生态系统监测数据指标的名称、单位和理论监测上下限等。

表A.1 监测数据指标

数据类别	监测数据指标名称	缩写	单位	下限	上限
水文	水温	Tw	°C	-50°C	50°C
	电导率	EC	us cm <sup>-1</sup>	0 us cm <sup>-1</sup>	1200 us cm <sup>-1</sup>
	氨氮	N-NH <sub>4</sub>	mg L <sup>-1</sup>	0 mg L <sup>-1</sup>	3 mg L <sup>-1</sup>
	溶解氧	DO	mg L <sup>-1</sup>	0 mg L <sup>-1</sup>	20 mg L <sup>-1</sup>
	浊度	TUR	NTU	0 NTU	500 NTU
	总氮	TN	mg L <sup>-1</sup>	0 mg L <sup>-1</sup>	3 mg L <sup>-1</sup>
	总磷	TP	mg L <sup>-1</sup>	0 mg L <sup>-1</sup>	0.5 mg L <sup>-1</sup>
	蒸腾	Tr	mm d <sup>-1</sup>	mm d <sup>-1</sup>	5 mm d <sup>-1</sup>
	生态系统蒸散发	ET	mm d <sup>-1</sup>	mm d <sup>-1</sup>	15 mm d <sup>-1</sup>
土壤	土壤温度	Ts	°C	-50°C	50°C
	土壤含水量	SWC	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	0 m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	1 m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>
	土壤容重	BD	g cm <sup>-3</sup>	1.0g cm <sup>-3</sup>	1.8 g cm <sup>-3</sup>
气象	空气温度	Ta	°C	-50°C	50°C
	相对湿度	RH	%	0%	100%
	风速	WS	m s <sup>-1</sup>	0 m s <sup>-1</sup>	35 m s <sup>-1</sup>
	风向	WD	°	0°	360°
	散射辐射	DIF	W m <sup>-2</sup>	-1 W m <sup>-2</sup>	2000 W m <sup>-2</sup>
	净辐射	RN	W m <sup>-2</sup>	-200 W m <sup>-2</sup>	1500 W m <sup>-2</sup>
	长波辐射	LR	W m <sup>-2</sup>	0 W m <sup>-2</sup>	1000 W m <sup>-2</sup>
	短波辐射	SR	W m <sup>-2</sup>	-50 W m <sup>-2</sup>	2000 W m <sup>-2</sup>
	光合有效辐射	PAR	μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	-1 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	3000 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
	降雨量	PPT	mm	0 mm	5000 mm
	显热	H	W m <sup>-2</sup>	-200 W m <sup>-2</sup>	600 W m <sup>-2</sup>
	潜热	LE	W m <sup>-2</sup>	-300 W m <sup>-2</sup>	1000 W m <sup>-2</sup>
生物	生态系统 CO <sub>2</sub> 交换量	NEE	g C m <sup>-2</sup>	-50 g C m <sup>-2</sup>	50 g C m <sup>-2</sup>
	叶面积指数	LAI	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	0 m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	100 m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>
	生态系统呼吸	RE	g C m <sup>-2</sup>	-1 g C m <sup>-2</sup>	50 g C m <sup>-2</sup>
	叶片蒸腾速率	E <sub>i</sub>	mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	-1 mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	1 mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
	净光合速率	A	μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	-10 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	50 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
	气孔导度	gs	mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	0 mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	5 mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>

表 A.1 数据数据指标（续）

数据类别	监测指标名称	缩写	单位	下限	上限
环境	一氧化氮	NO	$\mu\text{g m}^{-3}$	$-5 \mu\text{g m}^{-3}$	$3000 \mu\text{g m}^{-3}$
	二氧化氮	NO <sub>2</sub>	$\mu\text{g m}^{-3}$	$-5 \mu\text{g m}^{-3}$	$4000 \mu\text{g m}^{-3}$
	氮氧化物	NO <sub>x</sub>	$\mu\text{g m}^{-3}$	$-5 \mu\text{g m}^{-3}$	$4000 \mu\text{g m}^{-3}$
	二氧化硫	SO <sub>2</sub>	$\mu\text{g m}^{-3}$	$-5 \mu\text{g m}^{-3}$	$3000 \mu\text{g m}^{-3}$
	臭氧	O <sub>3</sub>	$\mu\text{g m}^{-3}$	$-5 \mu\text{g m}^{-3}$	$3000 \mu\text{g m}^{-3}$
	一氧化碳	CO	$\text{mg m}^{-3}$	$-5 \text{mg m}^{-3}$	$300 \text{mg m}^{-3}$
	可吸入颗粒物	PM <sub>10</sub>	$\mu\text{g m}^{-3}$	$-5 \mu\text{g m}^{-3}$	$1000 \mu\text{g m}^{-3}$
	细颗粒物	PM <sub>2.5</sub>	$\mu\text{g m}^{-3}$	$-5 \mu\text{g m}^{-3}$	$1000 \mu\text{g m}^{-3}$
	负氧离子	NAI	个 $\text{cm}^{-3}$	$-20 \text{个 cm}^{-3}$	$100000 \text{个 cm}^{-3}$

**附录 B**  
(资料性)  
**监测数据内容和相似环境参照**

表B.1给出了园林绿化生态系统监测网络数据类别、内容及缩写，表B.2给出了相似环境参照。

**表 B.1 监测数据类别及内容**

类别	数据内容	缩写
监测数据	水文	W
	土壤	S
	气象	M
	生物	B
	环境	E
采集日期	年年年年月月日日	YYYYMMDD

**表 B.2 相似环境参照**

环境指标	指标缩写	要求
空气温度	Ta	与缺失数据对应环境条件相差小于 2.5℃
短波辐射	SR	与缺失数据对应环境条件相差小于 50 W m <sup>-2</sup>
饱和水汽压差	VPD	与缺失数据对应环境条件相差小于 5 hPa

参 考 文 献

- [1] GB 17378.2—2007 海洋监测规范第2部分：数据处理与分析质量控制
  - [2] GB/T 33696—2017 陆-气和海-气通量观测规范
  - [3] LY/T 2586—2016 空气负（氧）离子浓度观测技术规范
  - [4] DB11/T 1989-2022 园林绿化生态系统监测网络建设规范
-