

ICS
CCS



长江三角洲区域地方标准

DB31/T 310XXX—XXXX
DB32/T 310XXX—XXXX
DB33/T 310XXX—XXXX
DB34/T 310XXX—XXXX

城市热岛监测技术规范

Technical Specifications for Urban Heat Island
Monitoring

××××-××-××发布

××××-××-××实施

上海市市场监督管理局
江苏省市场监督管理局
浙江省市场监督管理局
安徽省市场监督管理局

目 次

前 言 1

1 范围 2

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义 2

 3.1 城市热岛 2

 3.2 边界层城市热岛 2

 3.3 冠层城市热岛 错误！未定义书签。

 3.4 地表城市热岛 2

 3.5 次地表城市热岛 2

 3.6 城市热岛强度 2

 3.7 城市气象站 2

 3.8 郊区气象站 2

 3.9 局地气候分区 3

4 城市热岛监测站点选择 3

 4.1 站点选择原则 3

 4.2 城市站的遴选要求 3

 4.3 郊区站的遴选要求 3

5 地表热岛监测方法 4

 5.1 地表温度计算 4

 5.2 郊区背景的确定 4

 5.3 郊区背景的温度 4

6 城市热岛强度计算 4

7 城市热岛强度等级 5

8 城市热岛时间变量 5

9 城市热岛空间分布 5

10 城市热岛强度评估 错误！未定义书签。

参 考 文 献 6

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。

本文件由上海市气象局提出并归口。

本文件起草单位：上海市气象信息与技术支持中心、江苏省气象探测中心、浙江省气候中心、安徽省气象科学研究所

本文件主要起草人：谈建国，王亚东，何月，沈瑱，卢燕宇，张道远，刘冬韡，贺忠华，何彬方，孙娟，侯文轩

城市热岛监测技术规范

1 范围

本技术规范界定了城市热岛的术语和定义，规定了城市站和郊区站点的选择、地表温度反演方法、城市热岛强度计算、城市热岛强度等级等城市热岛监测的方法和技术要求。

本技术规范适用于我国各城市开展城市热岛的监测和热岛效应评估，可作为城市设计、城市规划修编参考。

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。

GB 31221-2014 气象探测环境保护规范 地面气象观测站

QX/T 118-2007 地面气象观测规范 资料质量控制

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本技术文件。

3.1 城市热岛 (urban heat island)

指城市中心温度高于郊区的现象，也称之为城市热岛效应。

3.2 冠层城市热岛 (canopy layer urban heat island)

指城市中心冠层内（一般低于2米）空气温度高于同一高度郊区空气温度的现象。

3.3 边界层城市热岛 (boundary layer urban heat island)

指城市中心冠层高度以上边界层内（一般大于2倍以上观测点周边粗糙元平均高度）空气温度高于郊区同一高度空气温度的现象。

3.4 地表城市热岛 (surface urban heat island)

指城市中心的地表温度高于郊区地表温度的现象。地表温度 (Land Surface Temperature, LST) 是指地表面的温度，太阳的热能被辐射到达地面后，一部分被反射，一部分被地面吸收，使地面增热，对地面的温度进行测量后得到的温度。

3.5 次地表城市热岛 (sub-surface urban heat island)

指城市中心地表下材质（土壤、岩石、水泥等）的温度高于郊区同等深度下同类材质温度的现象。

3.6 城市热岛强度 (urban heat island effect intensity, UHII)

表征城市热岛效应强弱的标量，可以用气象观测站点的城郊气温（或地温）差值来表示，也可利用卫星遥感反演的城市和郊区地表温度之差来表示。

3.7 城市监测站 (urban observation station)

指位于城市中心区域用于监测空气温度、地表温度、地表下温度的站点，简称城市站。

3.8 郊区监测站 (rural observation station)

指位于郊区的用于监测空气温度、地表温度、地表下温度的站点，简称郊区站，郊区站必须位于非主城区内。

3.9 局地气候分区 (Local Climate Zone)

指一种采用统一的分类方法区分地表性质和城市形态的用于城市热岛研究的地表分类系统框架。见附件A。

4 城市热岛监测站点选择

4.1 一般要求

4.1.1 选取的城市站和郊区站需在同一气候区（带）、受同等大气环流系统影响，郊区站与城区站的海拔高度大体一致。

4.1.2 需要根据观测站点的观测年限、资料连续性、站点数量、迁站沿革几个方面确定城市站和郊区站的代表站点。一般应在观测年限相对较长（10 年以上）、资料连续性好无间断、迁站次数少的气象台站中选择城市站和郊区站。

4.1.3 城市站和郊区站一般都应该远离海岸线或大型水体（河流、湖泊）（10km 以上），主导风向（10km 以内）范围没有强人为热源。

4.1.4 城市站和郊区站的选择应该考虑城市和郊区土地利用分类差异和局地气候分区。以观测站点 500 米为半径分析观测站点周边的土地利用分类差异和局地气候分区。

4.1.5 城市站和郊区站间的距离必须大于 30 km，小于 100 km。

4.1.6 气象站自建站后，从城区（或郊区）某一位置迁至城区（或郊区）另一位置、且迁站水平距离不超过 5 km 的站点，可作为城市或郊区的代表站，而从城区（或郊区）迁至郊区（或城区）的站点，不能作为代表站。

4.1.7 同一城市用于监测各种类型城市热岛的城市站和郊区站尽可能统一站址或临近站址。

4.2 城市站遴选要求

4.2.1 城市站在城市中心建成区内选择，一般应在代表城市区域的局地气候分区 LCZ 2 或者 LCZ 4 区内选择。

4.2.2 用于冠层城市热岛监测的城市站下垫面一般应为草地，但不建议是大型绿地上的观测站点，也不建议选择下垫面为屋顶或者建筑物平台的站点。空旷的道路十字路口灯杆上安装的温度观测点可以作为备选站点。城市冠层内温度观测传感器一般距地 1.5m。用于冠层城市热岛监测的城市站一般选择一个最典型的站点，若没有一个最典型的，可以选择 2 个以上站点，温度平均后作为城市站的温度。

4.2.3 用于边界层城市热岛监测的城市站要选择在铁塔上安装的温度传感器，安装高度一般为周围平均建筑物或者粗糙元高度的 2 倍以上（至少 30 米），下垫面可以为草地或者屋顶。用于边界层城市热岛监测的城市站一般只选择一个最典型的站点。

4.2.4 用于地表和次地表城市热岛监测的城市站可选择位于主城区的气象站点的地温场地，代表土壤表面 0cm 温度和地表下 10cm 地温观测值。

4.3 郊区站遴选要求

4.3.1 郊区站应选择未受或较少受城市化影响的站点。一般应在代表乡村区域的局地气候区内选择。观测站周围建设用地较少、以该站为中心 2km 半径圆形区域内建筑物不能超过 1/3。非沿海或沿湖站点（受海洋和湖泊影响的站点）。

4.3.2 用于冠层城市热岛监测的郊区站下垫面应为草地，可以是大型绿地上的观测点，不能选择其他类型下垫面。温度观测传感器一般距地 1.5m。用于冠层城市热岛监测的郊区站一般选择一个最典型的站点，若没有一个最典型的可以选择 2 个以上站点，温度平均后作为郊区站的温度。

4.3.3 用于边界层城市热岛监测的郊区观测站要选择在铁塔上安装的温度传感器，高度与边界层城市站高度相一致，下垫面可以为草地或者屋顶。郊区站一般选择一个最典型的站点。若没有一个最典型郊区站可以选择 2 个以上站点，温度平均后作为郊区站的温度。

4.3.4 用于地表和次地表城市热岛监测的城市站可选择位于郊区的气象站点的地温场地，代表土壤表面 0cm 温度和地表下 10cm 地温观测值。

5 地表温度反演方法

5.1 地表温度计算

5.1.1 选择具有 10.4 μm-12.5 μm 热红外波段(单通道或多通道)的晴空卫星遥感数据,经过辐射定标、大气校正与几何校正等预处理(GJB4036-2000 星载遥感仪器红外通道辐射定标方法;DZ/T 0143-1994 卫星遥感图像产品质量控制规范)后,基于辐射传输方程法反演卫星遥感地表温度,地表温度计算方法应符合 QX/T 780-2025 中附录 A 的规定。

5.2 郊区背景的确定

依据土地利用/土地覆盖类型、数字高程模型、植被指数、夜光指数等信息,推荐采用以下 2 种不同方法中的一种来确定郊区背景。

5.2.1 环状缓冲区法 1) 根据土地利用/土地覆盖类型确定城区边界。2) 以城区边界为基础,沿城市边界向外扩展缓冲区的距离范围阈值 DIS_{buffer} (参考值为 10km-30km), 确定一个环状缓冲区。3) 将环状缓冲区内满足公式 $FVC_{buffer,i} \geq FVC_{sub}$ 且 $DEM_{buffer,i} - DEM_{urb} \leq DEM_{sub}$ 的区域初步确定为郊区背景,其中 $FVC_{buffer,i}$ 为第 i 个缓冲区的平均植被覆盖度; FVC_{sub} 为判断郊区背景植被覆盖度的阈值,参考值为 0.8; $DEM_{buffer,i}$ 为第 i 个缓冲区的平均高程; DEM_{urb} 为判断郊区背景的高程阈值,参考值为 50 米。4) 人工调整 DIS_{buffer} , DEM_{sub} 参考值,对郊区背景初步结果进行修改,直至判识的郊区背景面积不少于当前城市面积的 10%,生成地表热岛的郊区背景数据。

5.2.2 指标法:按以下指标进行确定:(1) 农田类型。结合区域土地利用/土地覆盖类型,选择农田地表类型作为郊区背景。(2) 植被指数 ($NDVI \geq 0.7$)。通过归一化植被指数 ($NDVI$) 年最大值确定不包含水体且为高植被覆盖的纯植被像元,同时可排除城镇低植被覆盖度的人类活动区。(3) 夜光指数值 (年均 $DMSP/OLS \leq 15$; $NPP/VIRRS \leq 2.0 \times 10^{-9} \text{ W cm}^{-2} \text{ sr}^{-1}$)。

5.3 郊区背景的地表温度

5.3.1 根据地表温度反演结果,从图像中获取郊区背景的晴空像元,计算郊区背景的平均地表温度。

6 城市热岛强度计算

6.1.1 基于城市站和郊区站配对的城市热岛强度计算

各类城市热岛(边界层热岛、冠层热岛、地表热岛和次地表热岛)强度可用城市站与同一时间郊区站监测的温度之差值来表示,即:

$$UHII = T_u - T_r \dots\dots\dots (1)$$

式中:

UHII 为城市热岛强度,单位为摄氏度(℃);

T_u 城市站温度,单位为摄氏度(℃);

T_r 郊区站温度，单位为摄氏度(℃)；

其中边界层热岛为城区站和郊区站的铁塔上温度之差值；冠层热岛为城区站和郊区站的空气温度之差值；地表热岛、次地表热岛分别为城区站和郊区站的 0cm、10cm 地温之差值。

6.1.2 基于卫星遥感反演的地表城市热岛强度计算

基于卫星遥感反演的地表城市热岛强度可用监测区域内城区地表温度与郊区参照背景温度之差来表示，即：

$$UHII_i = T_i - T_{sub} \quad (2)$$

式中：

$UHII_i$ 第 i 个像元的城市地表热岛强度，单位为度(℃)；

T_i 第 i 个像元的地表温度，单位为度(℃)；

T_{sub} 郊区背景平均地表温度，单位为度(℃)；

7 城市热岛强度等级

将城市热岛强度划分为四个等级，对应的表述弱、中等、强、极强等级热岛（见表 1）。

表 1 城市热岛强度分级标准

等级	含义	边界层热岛/冠层热岛强度	地表热岛/次地表热岛强度
0	无	$UHII \leq 1.0 \text{ } ^\circ\text{C}$	$UHII \leq 1.5 \text{ } ^\circ\text{C}$
1	弱	$1.0 \text{ } ^\circ\text{C} < UHII \leq 2.0 \text{ } ^\circ\text{C}$	$1.5 \text{ } ^\circ\text{C} < UHII \leq 3.0 \text{ } ^\circ\text{C}$
2	中等	$2.0 \text{ } ^\circ\text{C} < UHII \leq 3.0 \text{ } ^\circ\text{C}$	$3.0 \text{ } ^\circ\text{C} < UHII \leq 4.5 \text{ } ^\circ\text{C}$
3	强	$3.0 \text{ } ^\circ\text{C} < UHII \leq 4.0 \text{ } ^\circ\text{C}$	$4.5 \text{ } ^\circ\text{C} < UHII \leq 6.0 \text{ } ^\circ\text{C}$
4	极强	$UHII > 4.0 \text{ } ^\circ\text{C}$	$UHII > 6.0 \text{ } ^\circ\text{C}$

[注：参考北京地标分级 DB11T 2084-2023]

8 城市热岛时间变量

- 8.1 根据所选择同一时刻城市站和郊区站的差值绘制城市热岛强度的日变化，可取 1 小时时间间隔。
- 8.2 一日 24 小时内每小时热岛强度的平均值或城市站与郊区站日平均温度的差值为该日平均热岛强度。
- 8.3 一月内日平均热岛强度的平均值或城市站与郊区站月平均温度的差值为该月平均热岛强度。
- 8.4 该季节内日平均热岛强度的平均值或城市站与郊区站季平均温度的差值为该季平均热岛强度。
- 8.5 该年 12 个月平均热岛强度或城市站与郊区站年平均温度的差值为年平均热岛强度。

9 城市热岛空间分布

基于格点温度实况（1公里或者500米）或基于卫星遥感反演的地表温度实况，按照城市热岛强度分级标准来反映热岛的空间分布，统计各级热岛的面积。

参 考 文 献

- [1] QX/T 50-2007 地面气象观测规范第6部分：空气温度和湿度观测
- [2] QX/T 51-2007 地面气象观测规范第7部分：风向和风速观测
- [3] QX/T 57-2007 地面气象观测规范第13部分：低温观测
- [4] QX/T 65-2007 地面气象观测规范第21部分：缺测记录的处理和不完整记录的统计
- [5] QX/T 66-2007 地面气象观测规范第22部分：观测记录质量控制
- [6] QX/T 780-2025 卫星遥感监测技术导则 城市热岛
- [7] GJB 4036-2000 星载遥感仪器红外通道辐射定标方法
- [8] GB/T 41539-2022 卫星遥感影像地表温度产品规范
- [9] DB11T 2084-2023 城市热岛强度等级

附件 A: 局地气候区 (LCZ)

局地气候区 /LCZ	天空视 域因子 /Sky view factor	高 宽 比 /Aspect ratio	建 筑 物 占 比 /Building surface fraction	不透水地表占 比 /Impervious surface fraction	透水地表占 比 /Pervious surface fraction	粗糙元高度 /Height of roughness elements	地 形 粗 糙 类 型 /Terrain roughness class
LCZ 1/ 紧 密 型高层	0.2-0.4	>2	40-60	40-60	<10	>25	8
LCZ 2/ 紧 密 型中层	0.3-0.6	0.75-2	40-70	30-50	<20	10-25	6-7
LCZ 3/ 紧 密 型低层	0.2-0.6	0.75-1.5	40-70	20-50	<30	3-10	6
LCZ 4/ 稀 疏 型高层	0.5-0.7	0.75-1.25	20-40	30-40	30-40	>25	7-8
LCZ 5/ 稀 疏 型中层	0.5-0.8	0.3-0.75	20-40	30-50	20-40	10-25	5-6
LCZ 6/ 稀 疏 型低层	0.6-0.9	0.3-0.75	20-40	20-50	30-60	3-10	5-6
LCZ 7/ 小 型 低层建筑区	0.2-0.5	1-2	60-90	<20	<30	2-4	4-5
LCZ 8/ 大 型 低层建筑区	>0.7	0.1-0.3	30-50	40-50	<20	3-10	5
LCZ 9/ 稀 疏 建筑区	>0.8	0.1-0.25	10-20	<20	60-80	3-10	5-6
LCZ 10/ 重 工 业区	0.6-0.9	0.2-0.5	20-30	20-40	40-50	5 B-15	5-6
LCZ A/ 高 密 度植被	<0.4	>1	<10	<10	>90	3-30	8
LCZ B/ 低 密 度植被	0.5-0.8	0.25-0.75	<10	<10	>90	3-15	5-6
LCZ C/ 农 田	0.7-0.9	0.25-1.0	<10	<10	>90	<2	4-5
LCZ D/ 低 矮 植被	>0.9	<0.1	<10	<10	>90	<1	3-4
LCZ E/ 硬 化 路面	>0.9	<0.1	<10	>90	<10	<0.25	1-2
LCZ F/ 裸 土	>0.9	<0.1	<10	<10	>90	<0.25	1-2
LCZ G/ 水 域	>0.9	<0.1	<10	<10	>90	——	1