

DB

陕西省地方标准

DB XX/ XXXXX—XXXX

城市热岛效应遥感监测技术规程

Technical specification of urban heat island effect monitoring by remote sensing

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识



— XX — XX 发布

XXXX — XX — XX 实施

发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020 给出的规则起草。

本文件由陕西省地质调查院提出。

本文件由陕西省自然资源标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：自然资源陕西省卫星应用技术中心、中煤航测遥感集团有限公司智慧铁路分公司。

本文件主要起草人：付垒 张文龙 杨帅 高海峰 刘社虎 赵小峰 杨双斌 杨涛 韩静 赵鹏林 曹江涛 马煜栋 王子垚。

本文件由陕西省自然资源标准化技术委员会负责解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：自然资源陕西省卫星应用技术中心

电话：029-89230201

地址：陕西省西安市长安区长安国际企业总部 48 号楼

邮编：710119

目 次

前言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 城市热岛效应 urban heat island effect (UHI)	1
3.2 城市热岛效应强度 urban heat island effect intensity(UHII)	1
3.3 空间分辨率 spatial resolution	1
3.4 光谱分辨率 spectral resolution	1
3.5 地表温度 land surface temperature (LST)	1
4 城市热岛效应遥感监测	2
4.1 热岛效应遥感监测的原理	2
4.2 监测时间	2
4.3 遥感数据的选择	2
4.3.1 数据选择原则	2
4.3.2 遥感数据的选择	2
5 城市热岛效应遥感监测流程和方法	2
5.1 资料收集与数据处理	3
5.2 地表温度计算流程	3
5.3 地面实验与质量控制	3
5.4 城市热岛效应强度计算	3
5.5 城市热岛效应强度评估	3
附录 A (规范性附录) 遥感数据地表温度计算方法	4
附录 B (规范性附录) 地面实验与质量控制	5
附录 C (规范性附录) 城市热岛效应强度计算流程	6

城市热岛效应遥感监测技术规程

1 范围

本技术规范规定了陕西省城市热岛效应遥感监测方法和技术要求,以及对监测结果进行热岛强度评估的方法和技术要求。

本技术规范适用于陕西省各相关单位开展城市热岛效应监测以及热岛效应评估,可作为城市设计或城市规划修编参考。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

DZ/T0143-1994 卫星遥感图像产品质量控制规范
GJB4036-2000 星载遥感仪器红外通道辐射定标方法
GB/T14950-2009 摄影测量与遥感术语
GB50137-2011 城市用地分类与规划建设用地标准
HJ 192-2015 生态环境状况评价技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本技术文件。

3.1 城市热岛效应 urban heat island effect (UHI)

城市因大量的人工发热、建筑物和道路等高蓄热体及绿地减少等因素,造成城市中地表温度明显高于周边郊区的现象。

3.2 城市热岛效应强度 urban heat island effect intensity (UHII)

城市热岛效应的绝对强度值,是评估热岛效应现状的数值化指标。

3.3 空间分辨率 spatial resolution

遥感影像上能够识别的两个相邻地物的最小距离。

3.4 光谱分辨率 spectral resolution

光谱分辨率是指传感器所能记录的电磁波谱中,某一特定的波长范围值。

3.5 地表温度 land surface temperature (LST)

地表温度是指地面物体的真实表面温度，物体的红外辐射出射度经过比辐射率、环境辐照度的订正与换算后的温度即为物体的真实表面温度。遥感中的地表温度通常指像元平均温度，是传感器观测到的瞬时陆地表面温度。

4 城市热岛效应遥感监测

4.1 热岛效应遥感监测的原理

利用具有热红外波段的遥感数据，反演城市地表温度，用地面实际观测数据对遥感反演的地表温度进行修正；从地表温度空间差异获取监测区域地表温度空间分布，确定不透水层地表与绿地、水体相对地表温差分布，获得热岛效应强度的空间分布情况。

4.2 监测时间

指遥感影像的成像时间。

4.3 遥感数据的选择

4.3.1 数据选择原则

- 使用的遥感数据应包含热红外波段；
- 城市热岛区域的影像云量的覆盖率 $\leq 10\%$ ，陕南地区可放宽至 20%，实际处理时应进行掩膜处理去除云的影响；
- 选取卫星数据时避免采用有明显条带或大面积数据缺失的原始数据，监测时采用最接近卫星过顶时刻发布的辐射定标系数；
- 在保证光谱精度的前提下，尽可能提高红外影像的空间分辨率。

4.3.2 遥感数据的选择

根据 4.3.1 的要求选择覆盖监测区域，具有 $10.4\sim 12.5\mu\text{m}$ 热红外测温波段（单通道或多通道）的卫星遥感数据。主要数据来源可以为但不限于 GF-5、ZY01-02D、Landsat-8 TIRS、Sentinel-3 SLSTR 和 MODIS。

5 城市热岛效应遥感监测流程和方法

城市热岛效应遥感监测工作流程主要包括资料收集、数据处理、城市热岛效应强度计算、城市热岛效应强度评估、城市热岛效应分析等环节。其工作流程见图 1。

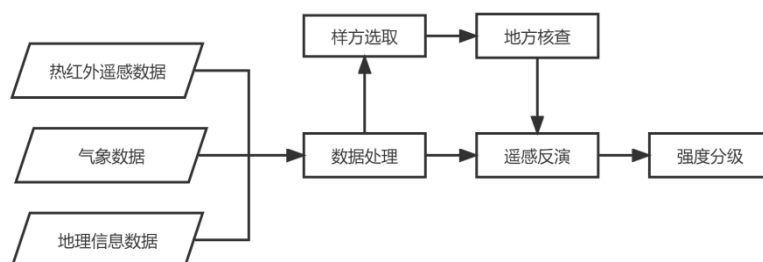


图1 城市热岛效应遥感监测工作流程图

5.1 资料收集与数据处理

资料收集主要包含遥感数据、地理信息数据和气象数据等。数据收集后需要进行信息化、格式栓转和坐标转换等，确保成果的一致性。

遥感数据的预处理包括辐射校正、几何校正以及大气校正等。

5.2 地表温度计算流程

可采用辐射传输方程法、单通道法与分裂窗算法等获取工作区域的遥感地表温度。采用辐射传输方程法计算地表温度的内容参照附录 A。

5.3 地面实验与质量控制

在不同区域设置监测点位，选择与卫星遥感数据同步（或准同步）的时间，进行地表温度与比辐射率监测，要求现场实测的地表温度与遥感监测结果的平均偏差<1.0℃。地面实验与核查的内容参照附录 B。

5.4 城市热岛效应强度计算

将研究区域内的不透水层地面的平均地表温度，分别与同一时间尺度的植被（与水体）的平均地表温度进行差值处理，获取城市热岛效应强度（UHII）即：

$$UHII = LST_{is} - LST_{ug}$$

式中：

LST_{is} ——不透水层地表温度

LST_{ug} ——植物地表（与水体）温度

具体的城市热岛效应强度计算流程参照附录 C。

5.5 城市热岛效应强度评估

城市热岛效应强度等级目前没有统一的划分标准。本技术规范根据陕西省的城市发展规模以及历年气象数据，将城市热岛效应强度划分为四个等级，对应的表述是弱、中等、强、极强（见表 1）。

根据计算出来的城市热岛效应强度等级，可以按不同的空间尺度和时间尺度对城市热岛效应进行评估。

表1 城市热岛效应强度评估因子分级标准

热岛强度	$UHII \leq 2.0$	$2.0 < UHII \leq 3.0$	$3.0 < UHII \leq 4.0$	$UHII > 4.0$
等级	弱	中等	强	极强

附 录 A
(规范性附录)
遥感数据地表温度计算方法

本规范性附录给出了基于卫星遥感热红外波段,采用辐射传输方程计算地表温度的方法。主要数据来源可以为但不限于 GF-5、ZY01-02D、Landsat-8 TIRS、Sentinel-3 SLSTR 和 MODIS。辐射传输方程法的基本原理是首先估计大气对地表热辐射的影响,然后把这部分大气影响从卫星高度上传感器所观测到的热辐射总量中减去,从而得到地表热辐射强度,再把这一热辐射强度转化为相应的地表温度。

首先利用定标系数 $gain$ 和 $offset$ 将热红外辐射信息 (DN) 转化为亮温,

$$L = gain \times DN + offset \quad (A-1)$$

$$T_b = \frac{K_2}{\ln((K_1/L)+1)} \quad (A-2)$$

其中 T_b 是亮温, L 是辐射亮度值; K_1 和 K_2 是与传感器有关的预设常量。亮温可以通过地表比辐射率校正为地表温度。

$$LST = \frac{T_b}{1 + (\lambda \times T_b / \rho) \ln \epsilon} \quad (A-3)$$

$$\rho = \frac{h \times c}{\sigma} \quad (A-4)$$

其中 λ 是发射波长, σ 是波尔兹曼常数, h 是普朗克常量, c 为光速。

地表比辐射率反演采用了 $NDVI^{TEM}$, $NDVI^{TEM}$ 方法考虑了不同 $NDVI$ 值情况下地表比辐射率的估计:

——像元 $NDVI$ 值小于最小阈值 ($NDVI_{min}$) 的情况下,研究区被看作是裸地,采用裸地的地表比辐射率值;

——像元 $NDVI$ 值大于最大阈值 ($NDVI_{max}$) 时被看作是植被完全覆盖区,采用植被的地表比辐射率值;

——像元 $NDVI$ 值在其它情况下,研究对象被看作是裸土和植被混合区,这时可以通过式 (A-5) 来估计混合像元的地表比辐射率值:

$$\epsilon = \epsilon_v P_v + \epsilon_s (1 - P_v) + d\epsilon \quad (A-5)$$

ϵ 是地物发射率, ϵ_v 是植被发射率, ϵ_s 是土壤发射率, P_v 是植被构成比例,它采用估计方法确定,

$$P_v = \left[\frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \right]^2 \quad (A-6)$$

NDVI 大于 $NDVI_{\max}$ 时，可以被认为是植被完全覆盖，此时 $P_v=1$ ； NDVI 小于 $NDVI_{\min}$ 情况下被认为是完全裸土，取 $P_v=0$ 。对于 $d\varepsilon$ ，通过经验公式估计为：

$$d\varepsilon = (1 - \varepsilon_s)(1 - P_v)F\varepsilon_v \quad (A-7)$$

F 是一个形态参数，取不同几何分布情况下的平均值为 0.55。结合以上式子，可以表示为：

$$\varepsilon = \varepsilon_v F [P_v(\varepsilon_s - 1) + (1 - \varepsilon_s)] + P_v(\varepsilon_v - \varepsilon_s) + \varepsilon_s \quad (A-8)$$

附 录 B
(规范性附录)
地面实验与质量控制

B. 1. 1 监测点位的布设原则

代表性样方的选取以校正和验证遥感地表温度精度为目的，原则上每一类土地利用类型至少要选择 3 个样地，每一个样地至少保证在 500m×500m 范围内均值地表。选取的依据主要为高分辨卫星遥感影像与地面核查资料。

B. 1. 2 监测点位的布设方法

监测点位应设在能较好地反映区域热岛强度特点的地方，避免局部地形的影响；四周平坦，避免设在陡坡、洼地，影响源（含人工建造水体）与温度传感器的水平距离宜>50m；四周障碍物的影子应不会投射到观测仪器的受光面上，附近没有反射阳光的物体。

B. 1. 3 监测项目及方法

必测项目：地表温度、地表比辐射率
各监测项目的分析方法应符合表 B1 的要求。

表B. 1 测定方法

监测项目：	监测仪器：
地表温度：	热像仪：
比辐射率：	比辐射率仪：

B. 1. 4 监测时间

地面温度观测与遥感影像获取时间差不应超过±30 分钟。

附 录 C
(规范性附录)
城市热岛效应强度计算流程

城市热岛强度可以用式 (C-1) 获取:

$$UHII = LST_{is} - LST_{ug} \quad (C-1)$$

式中:

LST_{is} ——不透水层地表温度

LST_{ug} ——植物地表 (与水体) 温度

公式 (C-1) 可以根据地表覆盖情况进一步细化为式 (C-2):

$$UHII = UHII_{veg} \times Ar_{veg} + UHII_{water} \times Ar_{water} \quad (C-2)$$

公式 (C-2) 可以通过式 (C-3) 和 (C-4) 获取:

$$UHII_{veg} = LST_{is} - LST_{veg} \quad (C-3)$$

$$UHII_{water} = LST_{is} - LST_{water} \quad (C-4)$$

式中:

$UHII_{veg}$ — 植被的城市热岛效应强度

$UHII_{water}$ — 水体的城市热岛效应强度

LST_{veg} — 植被的平均地表温度

LST_{water} — 水体的平均地表温度

Ar_{veg} — 植被在评估区域内的面积比率

Ar_{water} — 水体在评估区域内的面积比率