



中华人民共和国国家标准

GB/T 33988—2017

城镇地物可见光-短波 红外光谱反射率测量

VIS-SWIR spectral reflectivity measurement of urban surface features

2017-07-12 发布

2018-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测量条件 2

5 测量基本要求 3

6 测量特殊要求 5

7 测量记录 6

8 测量结果处理 7

9 测量总结 7

附录 A（资料性附录） 城镇地物可见光-短波红外光谱反射率测量记录表 9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国科学院提出。

本标准由全国遥感技术标准化技术委员会(SAC/TC 327)归口。

本标准起草单位:上海市气象局、中国科学院上海技术物理研究所、中国科学院光电研究院、中国科学院遥感与数字地球研究所。

本标准主要起草人:尹球、巩彩兰、胡勇、贾媛媛、李莉、任玉环、王新鸿、杨何群。

城镇地物可见光-短波 红外光谱反射率测量

1 范围

本标准规定了城镇地物可见光-短波红外光谱反射率测量的要求,包括测量条件、测量基本要求、测量特殊要求、测量记录、测量结果处理和测量总结。

本标准适用于获取已开发利用为非农用地的城镇区域内典型地物在 380 nm~2 500 nm 波长范围内的光谱反射率测量。

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。

GB/T 12936—2007 太阳能热利用术语

GB/T 14950—2009 摄影测量与遥感术语

GB/T 26179—2010 光源的光谱辐射度测量

GB/T 31010—2014 色散型高光谱遥感器实验室光谱定标

QX/T 46—2007 地面气象观测规范 第2部分:云的观测

QX/T 47—2007 地面气象观测规范 第3部分:气象能见度观测

QX/T 51—2007 地面气象观测规范 第7部分:风向和风速观测

3 术语和定义

GB/T 12936—2007、GB/T 14950—2009、GB/T 26179—2010、GB/T 31010—2014、QX/T 46—2007、QX/T 47—2007、QX/T 51—2007 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

反射光谱 reflection spectrum

物体反射辐亮度随波长的变化。

3.2

光谱反射率 spectral reflectivity

在指定波长处,物体反射辐亮度的 π 倍与入射辐射通量密度之比。

3.3

光谱分辨率 spectral resolution

表征对辐射随波长变化细节分辨能力的参数。通常用光谱带宽表示,即辐射测量通道之光谱响应曲线峰值的 1/2 所对应的波长间隔。

3.4

标准参考板 standard reference plate

均质平板板材。其反射率均匀且满足郎伯面特性,反射率随波长和时间变化平缓且变化能够确定。

3.5

直射太阳光 **direct sunlight**

太阳光经大气吸收和散射衰减后,剩余的透射光,又称太阳直接辐射。

3.6

天空光 **sky light**

太阳光因大气散射和吸收而在地面产生的来自天空各方向的散射光。

3.7

暗电流 **dark current**

当输入辐射为零时,光谱测量仪的输出电流。

4 测量条件

4.1 测量环境

光谱测量对测量环境要求如下:

- a) 天气晴好,光照稳定,天空云量宜为晴或少云,能见度宜优于 5 km;
- b) 对植被和水体测量时,风力应不超过 4 级;对其他地物目标测量时,风力宜不超过 5 级;
- c) 光谱测量仪与地物目标及标准参考板之间应无任何遮挡;
- d) 光谱测量以自然太阳光为光源,测量时太阳天顶角应小于 55° 。

4.2 测量工作人员

光谱测量对工作人员要求如下:

- a) 着暗色弱反射衣物;
- b) 站位应避免影响光谱测量仪与地物目标及标准参考板之间的通视,避免在地物目标及标准参考板上产生阴影;
- c) 有作业保护措施,确保工作人员与测量装置安全。

4.3 测量装置

4.3.1 光谱测量仪

光谱测量仪性能及定标要求如下:

- a) 性能稳定、易操作;
- b) 测量波长范围覆盖 380 nm(含)~2 500 nm(含)。380 nm(含)~1 050 nm 波长范围内,光谱分辨率不低于 5 nm;1 050 nm(含)~2 500 nm(含)波长范围内,光谱分辨率不低于 10 nm。波长精度优于 1 nm,测量噪声等效辐亮度小于 $3 \times 10^{-9} \text{ W}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sr} \cdot \text{nm})$;
- c) 每年至少定标一次或在使用前后进行定标。若需用到多台光谱测量仪,应对各光谱测量仪统一进行定标。380 nm(含)~1 050 nm 波长范围内,定标精度不低于 $\pm 5\%$;1 050 nm(含)~2 500 nm(含)波长范围内,定标精度不低于 $\pm 7\%$;
- d) 具有不少于两组电量满足测量使用时长要求的电池;
- e) 包装应满足运输要求,确保运输期间其性能不发生改变。

4.3.2 标准参考板

标准参考板性能及定标要求如下:

- a) 板面平整、无荧光、易清洁;

- b) 板面尺寸应能充满光谱测量仪的观测视场,并有不少于 20% 的余量;
- c) 反射性能稳定、光谱选择性小、各向同性、均匀。以平均反射率值为基准,其反射率的相对变化应满足:
 - 1) 年变化不超过 $\pm 2\%$;
 - 2) 可见光波长范围内,随波长变化不超过 $\pm 2\%$;
 - 3) 短波红外波长范围内,随波长变化不超过 $\pm 5\%$;
 - 4) 入射光天顶角和观测天顶角小于 65° 范围内,随方向变化不超过 $\pm 5\%$;
 - 5) 除边缘防护区域外,随板上位置变化不超过 $\pm 1\%$ 。
- d) 每半年至少定标一次,每次清洁后应重新定标。若需用到多块标准参考板,应对各标准参考板统一进行定标;
- e) 保持清洁,避免接触化学物质或坚硬物体。若反射性能出现明显退化,应予以清洁或更换。

4.3.3 配套设备

配套设备主要包括照相设备、定位设备及作业车等,基本要求如下:

- a) 照相设备:应具有记录照相日期和时间功能;
- b) 定位设备:定位精度应优于 5 m;
- c) 作业车:用作测量平台的车辆应配备能装载光谱测量仪进行作业的悬臂。

5 测量基本要求

5.1 测量准备

5.1.1 测量策划

制定测量计划,确定测量目的、测量内容、任务分工、行程安排及测量日程。

5.1.2 测量装置检查

出发前和测量前,应检查各测量装置是否完好,相关配件是否齐全,所需电池电量是否充足,作业保护措施是否到位。

5.1.3 测量装置调试

测量前,应对各测量装置进行调试,确保装置正常使用。

5.2 测量过程

5.2.1 确定测量目标

被测地物目标应具有代表性。测量时,应选择地物目标中间位置,避免在两种地物的边界附近测量。

优先采取对地物目标的实地测量。若实地测量难以实施,也可制作地物目标模型,对地物目标模型进行测量。

地物目标模型的几何、理化和生物特性(尤其是各项表面特性)以及安置方位和倾角应与实际地物目标一致。

5.2.2 确定测量时间

测量宜在地方时 10:00~15:00 之间进行,依测量目的确定测量时间。若是进行卫星和航空遥感的

同步或准同步测量,测量时间以卫星和航空遥感过境时间为优先。

5.2.3 光谱测量仪安装及参数设定

光谱测量仪安装及参数设定应按以下步骤进行:

- a) 根据被测地物目标大小,选择安装合适的光谱测量仪镜头,确保观测视场大小不超出地物目标范围;
- b) 将光谱测量仪探头和光谱测量仪主机以及计算机等设备相连接;
- c) 打开光谱测量仪,预热 10 min 以上;
- d) 设置光谱测量仪工作参数和测量数据保存路径。

5.2.4 选择与布置标准参考板

宜选择光谱反射率接近被测地物目标光谱反射率可能最大值的标准参考板。

标准参考板应水平放置,与水平面夹角小于 2° ,并在确保与地物目标相互不造成阴影、不遮挡光谱测量仪观测视场前提下,尽可能靠近地物目标。

5.2.5 确定太阳光照利用方式

优先在既包含天空光也包含直射太阳光的太阳光照下进行光谱反射率测量。条件许可时,可遮蔽直射太阳光,进一步在只包含天空光的太阳光照下进行光谱反射率测量。

每次测量过程中,太阳光照利用方式应保持不变。

5.2.6 测量步骤

每次测量应按以下步骤进行:

- a) 根据当时太阳光照条件,对光谱测量仪增益和积分时间进行优化配置;
- b) 确定光谱测量仪暗电流;
- c) 测量地物目标和标准参考板的反射光谱。

5.2.7 测点位置和测量速度

地物目标测点位置宜避开周围环境阴影的影响。若阴影无法避开,测量标准参考板反射光谱时,应将其应放置在地物目标测点处。

每次测量应保证地物目标和标准参考板的光照条件相同,应避开车辆和行人等运动体的干扰,在 3 min 内完成。

5.2.8 观测高度和观测方向

对地物目标实地测量的观测高度宜为地物目标上方不低于 1.0 m,对测量地物目标模型和标准参考板测量的观测高度宜为地物目标模型和标准参考板上方不低于 0.3 m。

观测方向应避开地物目标镜反射的影响,并优先采取垂直向下观测。条件许可时,可进一步采取倾斜观测,观测天顶角应小于 55° 。

观测标准参考板的天顶角和方位角应与观测地物目标的天顶角和方位角一致。

5.2.9 测量次数

针对同一地物目标的光谱反射率测量次数应不少于 3 次。每次采集不少于 3 组地物目标反射光谱数据,并在其前后各采集不少于 1 组标准参考板反射光谱数据。每组记录的反射光谱数据不少于 3 条。

5.2.10 测量结束

结束当前测量后,先关闭光谱测量仪,再关闭计算机,收起连接线,将光谱测量仪和标准参考板等专用设备及相关配件装入仪器箱。

5.3 配套信息获取

5.3.1 测点定位

测量过程中,应开启定位设备,待显示数值稳定且达到精度要求后,记录测点经纬度和高程等位置信息。经纬度信息应记录到秒,高程信息应记录到 0.1 m。

5.3.2 照片拍摄

测量过程中,应拍摄工作照、被测地物目标和标准参考板的近景照、天空状况及周边环境照,照片应为数码照片,照片上应记录拍摄日期和时间信息。

若是对地物目标模型测量,还应拍摄地物目标模型近景照片。

6 测量特殊要求

6.1 建筑

建筑的光谱反射率测量除应满足测量基本要求外,还应满足以下要求:

- a) 在两种太阳光照下进行。一是太阳光照既包含天空光,也包含直射太阳光,二是太阳光照只包含天空光,直射太阳光被遮蔽;
- b) 由工作人员手持或由作业车装载光谱测量仪进行测量。由作业车装载光谱测量仪进行测量时,应避开作业车阴影的影响;
- c) 涉及坡度和坡向的建筑光谱反射率测量,应记录坡度和坡向信息。涉及阳面和阴面的建筑光谱反射率测量,应记录测量位置是在阳面还是阴面。

6.2 道路广场

道路广场的光谱反射率测量除应满足测量基本要求外,还应满足以下要求:

- a) 在两种太阳光照下进行。一是太阳光照既包含天空光,也包含直射太阳光,二是太阳光照只包含天空光,直射太阳光被遮蔽;
- b) 由工作人员手持或由作业车装载光谱测量仪进行测量。由作业车装载光谱测量仪进行测量时,应避开作业车阴影的影响。

6.3 植被

植被的光谱反射率测量除应满足测量基本要求外,还应满足以下要求:

- a) 在两种太阳光照下进行。一是太阳光照既包含天空光,也包含直射太阳光,二是太阳光照只包含天空光,直射太阳光被遮蔽;
- b) 采取实地测量;
- c) 按植被生长期和长势进行多时相测量,记录植被的具体种类、生长期和长势信息;
- d) 针对同一植被种类的光谱反射率测量应采取多点测量,根据该植被种类的几何、理化和生物特性确定测量点数和点位;
- e) 乔木和灌木光谱反射率测量的观测视场应避免落入乔木和灌木的缝隙或包含周围地面;

- f) 乔木光谱反射率测量宜由作业车装载光谱测量仪进行,测量时应避开作业车阴影的影响,记录乔木高度、冠层形状、水平和垂直尺度信息;
- g) 灌木光谱反射率测量应记录灌木密度和灌木高度信息;
- h) 草地光谱反射率测量应选择不同覆盖度的草地,记录草地覆盖度和草层厚度信息;
- i) 对混合型植被,应测量混合光谱反射率,记录各类乔灌木的混合比例,并尽可能对所涉各类乔灌木进行单一种类的光谱反射率测量和记录。

6.4 水体

水体的光谱反射率测量除应满足测量基本要求外,还应满足以下要求:

- a) 太阳光照宜既包含天空光,也包含直射太阳光;
- b) 采取实地测量;
- c) 由工作人员手持光谱测量仪站在岸边或乘船进行测量,测量时应避开岸滩、船体阴影及水面镜反射的影响。

7 测量记录

每次测量应记录以下信息:

- a) 测量目的和任务;
- b) 工作人员姓名、任务分工、所在单位和联系方式;
- c) 地物目标名称、种类、几何特性、理化和生物特性;
- d) 测量地点的名称、编号、经纬度及高程;
- e) 测量日期和地方时;
- f) 测量方式。说明是实地测量还是模型测量、观测高度和观测方向以及太阳光照利用方式;
- g) 云量、能见度、风向风速等气象条件。若测量过程中气象条件发生变化,应记录发生的变化;
- h) 地物目标周边环境状况。若周边环境对测点造成阴影,还应记录遮挡物及其影响信息。包括:遮挡物的形状、尺寸和朝向等几何特性,遮挡物的理化和生物特性;遮挡物相对于测点的方位和距离;
- i) 光谱测量仪的名称、型号、测量波长范围、观测视场、工作参数、定标日期及定标文件名等信息。若测量过程中采用的光谱测量仪信息发生变化,应记录发生的变化;
- j) 标准参考板的名称、型号、反射率、定标日期及定标文件名等信息。若测量过程中采用的标准参考板信息发生变化,应记录发生的变化;
- k) 配套设备的名称、型号及工作参数等信息;
- l) 光谱反射率测量次数、每次采集的地物目标和标准参考板反射光谱组数、每组记录的反射光谱数据条数;
- m) 地物目标反射光谱数据和标准参考板反射光谱数据的文件名及对应关系;
- n) 工作状况、标准参考板、地物目标或目标模型、周边环境及天空状况等配套照片文件名;
- o) 测量特殊要求所载明的各项记录要求;
- p) 其他说明。

测量记录表参见表 A.1。

8 测量结果处理

8.1 测量数据筛选

按以下步骤对光谱反射率测量数据进行分析, 筛选异常的数据:

- 针对每次光谱反射率测量记录的各条地物目标和标准参考板反射光谱数据, 进行随波长变化形态和量值大小的对比和统计分析, 确定可能异常的反射光谱数据;
- 对可能异常的反射光谱数据, 分析各种可能原因, 进一步确认是否为异常。包括: 气象条件和周边环境状况及其变化, 地物目标自身的变化, 光谱测量仪探头视场角大小选择和工作参数设置, 标准参考板反射率和尺寸选择, 测量时间、测量地点、测量方式、测量步骤和测量过程, 光谱测量仪、标准参考板和配套设备安装和操作, 测量装置异常和测量记录错误, 其他原因;
- 筛选异常反射光谱数据, 记录筛选原因。

8.2 光谱反射率计算

根据筛选后保留的地物目标和标准参考板反射光谱数据, 计算可见光-短波红外波长范围内地物目标的光谱反射率。计算式如式(1):

$$\rho(\lambda, \theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0) = \frac{L(\lambda, \theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0)}{L_s(\lambda, \theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0)} \times \rho_s(\lambda, \theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- λ ——测量波长, 单位为纳米(nm);
- θ ——观测天顶角, 单位为度(°);
- φ ——观测方位角, 单位为度(°);
- θ_0 ——太阳天顶角, 单位为度(°);
- φ_0 ——太阳方位角, 单位为度(°);
- $\rho(\lambda, \theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0)$ ——观测几何为 $(\theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0)$ 条件下, 地物目标在波长 λ 处的光谱反射率, 无量纲, 用百分比(%)表示;
- $L(\lambda, \theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0)$ ——观测几何为 $(\theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0)$ 条件下, 光谱测量仪记录的地物目标在波长 λ 处的反射辐亮度, 单位为瓦每平方厘米球面度纳米[W/(cm² · sr · nm)];
- $L_s(\lambda, \theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0)$ ——观测几何为 $(\theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0)$ 条件下, 光谱测量仪记录的标准参考板在波长 λ 处的反射辐亮度, 单位为瓦每平方厘米球面度纳米[W/(cm² · sr · nm)];
- $\rho_s(\lambda, \theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0)$ ——观测几何为 $(\theta, \varphi, \theta_0, \varphi_0)$ 条件下, 标准参考板在波长 λ 处的光谱反射率, 无量纲, 用百分比(%)表示。

9 测量总结

9.1 测量报告

应及时编写测量报告, 报告应包括以下内容:

- 报告编写和校对人员姓名及所在单位, 报告编写和校对日期;
- 测量目的、测量内容、测量方式、测量过程及人员分工;
- 地物目标名称及特性;
- 测量地点、时间、气象条件及周边环境状况;
- 光谱测量仪、标准参考板和配套设备的名称、型号和具体参数;

- f) 光谱反射率测量数据、配套信息及现场记录的文件名和文件格式；
- g) 光谱反射率测量数据筛选和地物目标光谱反射率计算的方法和结果；
- h) 对测量工作和测量结果的评价和建议；
- i) 其他说明。

9.2 文件资料归档

应及时对以下文件资料进行归档：

- a) 测量计划、测量记录、测量报告、光谱测量仪和标准参考板定标文件等技术文档；
- b) 光谱反射率测量原始数据、经筛选后保留的数据以及光谱反射率计算结果等数据文件；
- c) 配套照片等图像文件。

归档的文件资料应有双备份，为只读属性，独立于测量装置。

附 录 A
(资料性附录)

城镇地物可见光-短波红外光谱反射率测量记录表

表 A.1 给出了城镇地物可见光-短波红外光谱反射率测量记录表的样例。

表 A.1 城镇地物可见光-短波红外光谱反射率测量记录表(样例)

序号	项目		记录
1	目的和任务		
2	地物目标名称		
3	测量地点	名称	
		编号	
		定位	经度：_____纬度：_____高程：_____
4	测量时间		日期：_____地方时：_____
5	测量方式	实地/模型	实地测量()/ 模型测量() 关于地物目标模型的说明：_____
		观测高度	地物目标上方：_____/地物目标模型上方：_____ 标准参考板上方：_____
		观测方向	垂直向下观测()/ 倾斜观测()天顶角：_____方位角：_____
		太阳光照	天空光()/ 天空光+直射太阳光()
6	气象条件		云量：_____能见度：_____ 风向：_____风速：_____ 天气变化：_____
7	地物目标种类及特性	建筑()	坡度_____/坡向_____ 测量位置：阳面()/ 背阴面() 材质：_____表面特性：_____
		道路广场()	道路()/广场()/未区分() 地面道路()/高架道路() 材质：_____表面特性：_____
		植被()	单一型()/混合型()：乔灌木混合比例_____ 乔木()：冠层形状_____高度_____水平尺度_____垂直尺度_____ 灌木()：密度_____高度_____ 草坪()：覆盖度_____厚度_____ 生长期：_____长势：_____
		水体()	几何特性：_____ 理化和生物特性：_____
		其他()	几何特性：_____ 理化和生物特性：_____

表 A.1 (续)

序号	项目		记录
8	周边环境 状况	总的描述	
		是否对测点造成阴影	是()/否()
		遮挡物特征	形状、尺寸和朝向：_____ 理化和生物特性：_____ 相对于测点方位和距离：_____
9	测量次数		次数：_____ 每次采集光谱组数：_____（地物目标）_____（标准参考板） 每组记录光谱条数：_____
10	反射光谱数据文件名		地物目标：_____标准参考板：_____ 说明：_____
11	配套照片 文件名		工作状况：_____标准参考板：_____ 地物目标：_____地物目标模型：_____ 周边环境：_____天空状况：_____ 说明：_____
12	光谱测量仪		名称及型号：_____ 波长范围：_____观测视场：_____ 工作参数：_____ 定标日期：_____定标文件：_____ 说明：_____
13	标准参考板		名称及型号：_____ 反射率：_____ 定标日期：_____定标文件：_____ 说明：_____
14	配套 设备	照相设备	名称：_____型号：_____有效像素：_____
		定位设备	名称：_____型号：_____定位精度：_____
		其他设备	
15	其他说明		
工作人员的姓名、任务分工、所在单位和联系方式： 光谱测量人员(签字)：_____单位：_____联系方式：_____ 位置测量人员(签字)：_____单位：_____联系方式：_____ 照片拍摄人员(签字)：_____单位：_____联系方式：_____ 记录人员(签字)：_____单位：_____联系方式：_____			
注：括弧选项用√表示,未选项用×表示或留空。			