

CECS ×××：201×

中国工程建设标准化协会标准

**建筑反射隔热饰面层现场检测规程**

Specification for measurement of the radiative properties of opaque building envelope surface

(征求意见稿2019.4)

中国工程建设协会标准

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《2017年第二批工程建设协会标准制定修订计划》（建标［2017］031号）的要求，标准编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订了本规程。

本标准的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.太阳光反射比检测；5.半球发射率检测；6.检测报告。

本标准由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区专业委员会归口管理，由中国建材检验认证集团股份有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建材检验认证集团股份有限公司（地址：北京朝阳区管庄东里1号；邮政编码：100024）。

本标准主编单位： 中国建材检验认证集团股份有限公司

本标准参编单位： 广东省建筑科学研究院

江苏省建筑科学研究院有限公司

四川省建筑科学研究院

厦门建筑科学研究院

华南理工大学

重庆大学

陕西省建筑科学研究院

上海市建筑科学研究院

广东华润涂料有限公司

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

**[1 总则](#_Toc516942859)**[…………………………………………………………………………………………… 1](#_Toc516942859)

[2 术语…………………………………………………………………………………………… 1](#_Toc516942860)

[3 基本规定……………………………………………………………………………………… 2](#_Toc516942861)

[4 太阳光反射比检测…………………………………………………………………………… 3](#_Toc516942862)

[4.1 一般规定……………………………………………………………………………………](#_Toc516942863) 4

[4.2 光纤光谱法……………………………………………………………………………………4](#_Toc516942864)

[4.3 辐射积分法……………………………………………………………………………………](#_Toc516942865)6

[4.4日射强度计法………………………………………………………………………………… 7](#_Toc516942866)

[5 半球发射率检测……………………………………………………………………………… 9](#_Toc516942867)

[5.1 一般规定………………………………………………………………………………………9](#_Toc516942868)

[5.2 辐射计法（标准法）……………………………………………………………………………9](#_Toc516942869)

[5.3 辐射计法（滑动法）……………………………………………………………………………10](#_Toc516942870)

[6 检测报告……………………………………………………………………………………… 12](#_Toc516942871)

[6.1 一般规定…………………………………………………………………………………… 12](#_Toc516942872)

[6.2 检测报告…………………………………………………………………………………… 12](#_Toc516942873)

[附录A 太阳光谱辐照度………………………………………………………………………… 13](#_Toc516942874)

[附录B 阳光反射指数的计算……………………………………………………………………14](#_Toc516942875)

本标准用词说明………………………………………………………………………………… 15

附 条文说明

Contents

[1 Gerneral Provisions…………………………………………………………………………1](#_Toc516942859)

[2 Terms……………………………………………………………………………………………1](#_Toc516942860)

[3 Basic Requirements………………………………………………………………………… 2](#_Toc516942861)

[4 Solar reflectance testing…………………………………………………………………3](#_Toc516942862)

[4.1 Radiometer methond（Standard methond）………………………………………………4](#_Toc516942863)

[4.2 Fiber spectral method 4](#_Toc516942864)

[4.3 radiation integral method 4](#_Toc516942865)

[4.4 Pyranometer method 7](#_Toc516942866)

[5 Hemispherical emissivity testing 9](#_Toc516942867)

[5.1 Genaral Requirements 9](#_Toc516942868)

[5.2 Radiometer methond（Standard methond） 9](#_Toc516942869)

[5.3 Radiometer methond（Slidingd methond） 10](#_Toc516942870)

[6 Testing Report 12](#_Toc516942871)

[6.1 Genaral Requirements 12](#_Toc516942872)

[6.2 Testing report 12](#_Toc516942873)

[Appendix A Reference Spectral Solar Irradiance 13](#_Toc516942874)

[Appendix B Caculation of Solar reflectance index 14](#_Toc516942875)

Explanation of Wording in This Standard 15

#

# 1 总则

**1.0.1**为了在建筑反射隔热饰面工程应用中贯彻执行国家的建筑节能政策，做到技术先进、安全使用、经济合理、确保质量，规范建筑反射隔热材料节能性能参数检测，制定本规程。

**1.0.2**本规程明确了建筑反射隔热饰面层的太阳光反射比、半球发射率及阳光反射指数的现场检测方法，适用于新建、扩建及既有建筑墙面、屋面多类反射隔热饰面层（均质、非均质、平涂、质感等）的节能竣工验收以及评价性研究测试。

# 2 术语

**2.0.1**太阳光反射比 solar reflectance

在300nm~2500nm可见光和近红外波段反射与同波段入射的太阳辐射通量的比值。

**2.0.2**半球发射率 hemispherical emissivity

热辐射体在半球方向上的辐射出射度与处于相同温度的全辐射体(黑体)的辐射出射度之比值。

**2.0.3** 阳光反射指数 SRI

在标准大气环境与太阳光辐照下，材料表面稳态温度与标准黑板(SRI=0)和标准白板(SRI = 100)表面温度的相关性。

**2.0.4** 光纤光谱法fiber spectral method

采用光纤作为信号耦合器件，将试样反射光耦合到光谱仪中进行光谱分析测定试样反射比光谱，计算试样太阳光反射比的方法。

**2.0.5** 辐射积分法 radiation integral method

漫射光照射被测表面，利用多个探测器探测一定角度上不同波段的反射辐射能，加权计算得到被测表面太阳光反射比的方法。

**2.0.6** 日射强度计法 pyranometer method

采用高精度日射强度计测量水平或低坡度表面太阳辐照度和反射光的辐照度，计算反射和入射辐照度的比值获得太阳光反射比的方法。

**2.0.7** 辐射计法 emisssometer method

加热辐射计内的探测器，使探测器和被测表面之间产生温差，该温差与被测表面的发射率呈线性关系，通过比较高、低发射率标准板与被测表面温差的大小，得出被测表面发射率的方法。

**2.0.8**对流系数 convective coefficient

流体与固体表面之间的换热能力，即物体表面与附近空气温差1℃、单位时间单位面积上通过对流与附近空气交换的热量。

# 3 基本规定

**3.0.1**建筑反射隔热饰面层的现场检测包括工程验收检测和建筑使用后反射隔热性能评估检测。检测项目包括太阳光反射比和半球发射率。工程验收检测时，应在反射隔热饰面层养护到期后进行。

**3.0.2** 建筑反射隔热饰面层现场检测时的安全防护应按国家现行标准的有关规定进行。

**3.0.3**建筑反射隔热饰面层的现场检测程序应按照图3.0.3所示流程进行。

委托受理

确定检测区

现场检测

现场调查

制定检测方案

检测准备

计算分析和结果判断

出具检测报告

图3.0.3现场检测流程

# 4 太阳光反射比检测

## 4.1 一般规定

**4.1.1**太阳光反射比的检测分为光纤光谱法、辐射积分法和日射强度计法。光纤光谱法和辐射积分法适用于墙面和屋面的测定，日射强度计法适用于平屋面和低倾斜度屋面的测定。

**4.1.2**每一检测区内反射隔热饰面层花色品种应相同。

**4.1.3**现场检测环境应符合下列规定：

1 环境温度宜为5℃～35℃；

2 环境相对湿度不宜高于80%；

3 应无雨雪、无雾；

4 环境风速宜小于5m/s。

**4.1.4** 现场检测设备应具有抗振动、抗干扰和防尘等功能，并应满足能在本标准4.1.3条规定的环境条件下使用。

## 4.2光纤光谱法

**4.2.1**被测表面应符合下列规定：

1 表面外观应平整、无杂物，表面拉毛的凸起高度不宜大于2mm；

2 表面应呈表面干燥状态，不得清洗；

3 检测时检被测表面应避免受太阳直接照射。

**4.2.2**检测设备组件及性能应符合表4.2.2的规定：

**表4.2.2检测设备组件及性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设备组件 | 性能要求 | 检测范围与精度 |
| 光纤光谱仪 | 波长范围应为350nm～2500nm；在350nm～1100nm波长范围精度不应低于0.5nm，在1100nm～2500nm波长范围精度不应低于3.2nm | 太阳反射比检测范围应为0.02～0.97；检测精度应为0.01 |
| 光源 | 卤钨灯 |
| 光纤 | 多模光纤芯径不应小于600μm；数值孔径应为0.22±0.02；光纤长度不宜超过3m |
| 积分球 | 内径应为30mm～120mm；在400nm～1500nm波长范围的最低反射率不得低于96%，在250nm～2500nm的最低反射率不得低于93%，采样孔直径不应小于9mm |
| 标准白板 | 压制的硫酸钡或聚四氟乙烯板；标准白板应经计量部门检定合格并在检定有效期内 |

**4.2.3**检测点的要求应符合表4.2.3的规定：

**表4.2.3 检测点要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检测类型 | 均质表面 | 非均质表面 |
| 工程验收检测 | 每个检测区3个点，每个点间距至少500mm | 每个检测区8个点，每个点间距至少500mm |
| 建筑使用后反射隔热性能评估检测 | 每个检测区5个点，每个点间距至少500mm | 每个检测区10个点，每个点间距至少500mm |

**4.2.4** 检测程序应符合下列规定：

1 仪器应正确连接并处于正常状态；

2 应将标准白板与定位片背面靠紧，将积分球采样孔对准定位片的采样孔，并应在仪器规定的波长范围内进行光谱反射比的光谱基线测量；

3 应将定位片背面的采样孔对准检测点，并应使定位片与被测涂料面靠紧；

4 应将测量头置于定位片的定位槽内，并应在同一波长范围内进行光谱反射比测量，测得相对于标准白板的光谱反射比曲线。

**4.2.5**  太阳反射比应按下列公式计算：

 （4.2.5-1）

＝ （4.2.5-2）

式中：——检测点的太阳反射比；

——波长350nm～2500nm范围内的计算点；

——计算点对应的波长（nm），应按本标准附录C规定选取；

n——计算点的数目，应取96个；

——波长为的标准白板的绝对光谱反射比测定值，应采用计量部门的检定值；

——波长为的试样相对于标准白板的光谱反射比测定值；

——在波长处太阳光谱辐照度（W/m2﹒nm），应按本标准附录A规定选取；

——计算点波长间隔(nm)。

4.2.6 数据处理：应取所有测试点的算术平均值作为该检测区的最终结果。

4.2.7 如果反射隔热饰面层包含不同颜色的区域，则应先按本规程4.2.3~4.2.6分别检测并计算相同颜色区域的太阳光反射比，再按下列公式计算整个饰面层的太阳光反射比：

  （4.2.6）

式中：*ρ* ——整个饰面层的太阳反射比；

*ρi* —— 第种颜色区域的太阳反射比；

*si* —— 第种颜色区域的面积。

## 4.3辐射积分法

**4.3.1**被测表面的规定应符合本规程4.2.1的要求。

**4.3.2**检测设备组成及性能应符合表4.3.2的规定：

**表4.3.2辐射积分法检测设备性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设备组件 | 性能要求 | 检测范围与精度 |
| 测量头 | 由钨卤素灯、过滤器和多个不同波段的探测器组成，钨卤素灯作为辐射源用于照射，过滤器用于调整辐射反射使之与特定波段相适应，探测器用于感应不同波段的辐射反射探测器解析度0.001；采样开口直径25mm | 太阳反射比检测范围应为0.02～0.99；检测精度应为0.002 |
| 读数模块 | 与测量头相连，用于处理测量头的信号、反射比数字输出信号以及显示输入参数或校准信息。读数模块数显分辨率应为0.001。 |
| 黑腔体 | 用于仪器调零 |
| 标准白板 | 陶瓷白板，应经计量部门检定合格或经仪器生产商标定并在有效期内 |

**4.3.3** 检测点应符合本规程4.2.3的规定

**4.3.4** 检测程序应符合下列规定：

1 仪器应正确连接并处于正常状态；

2 开启电源，预热至稳定；

3 用反射比为零的黑腔体调零，用已知反射比的标准白板校准。每隔30min重复调零和校准；

4 应将定位片背面的采样孔对准检测点，并应使定位片与被测表面靠紧；

5 应将测量头置于定位片的定位槽内，避免光线泄漏。在测量头指示灯闪烁的整个周期内，保证测量头不动。当显示值稳定时，即可读数。

**4.3.5** 数据处理：应取所有测试点的算术平均值作为该检测区的最终结果。

4.3.6 当反射隔热饰面层包含不同颜色的区域时，则应先按本规程4.3.3~4.3.5分别检测并计算相同颜色区域的太阳光反射比，再按4.2.6公式计算整个饰面层的太阳光反射比。

## 4.4日射强度计法

**4.4.1**被测表面应符合下列规定：

1 表面的倾角小于9.5°；

2 表面外观应平整、无杂物，呈干燥状态，不得清洗；

**4.4.2**检测设备组成及性能应符合表4.4.2的规定：

**表4.4.2日射强度计法检测设备组成及性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设备组件 | 性能要求 | 检测范围与精度 |
| 日射强度计（总辐射表） | 满足GB/T 19565-2017中一级总辐射表的要求 | 太阳反射比检测范围应为0.02～0.90；检测精度应为0.01 |
| 输出装置（数据采集器） | 日射强度计的模拟输出通过输出装置转换成数字输出，精确度优于±0.5%，分辨率为1W·m-2 |
| 日射强度计支架 | 用于安装日射强度计，支架应由机械臂、配重等组成。日射强度计距离被测表面50cm高。支架应坚固，其投射影尽可能小，可以使得辐照度计向上向下转换自如，如图4.4.2所示。 |

****

图4.4.2 日射强度计安装示意图

1—日射强度计；2—被测表面；3—支架；4—配重；5—输出装置

**4.4.3** 检测时间应符合下列规定：

 1 检测期间天气应是晴朗、无云的；

 2 检测时应满足太阳光方向与检测面法线的角度应小于45°。

**4.4.4** 检测点的要求应符合表4.4.4的规定：

**表4.4.4 检测点要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 检测类型 | 检测点要求 |
| 工程验收检测 | 每个检测区3个点，每个点间距至少5m |
| 建筑使用后反射隔热性能评估检测 | 每个检测区5个点，每个点间距至少5m |

**4.4.5** 检测程序应符合下列规定：

1 将支架置于没有被遮挡阳光的被测表面上，并应保证其稳固；

2 将日照强度计固定在支架臂上并应使其平行于被测表面；

3 连接输出装置，开启电源，应预热至稳定；

4 将日射强度计面朝太阳，读取太阳辐照度Q1，然后快速向下翻转日照强度计使之朝向被测表面，读取反射光的辐照度Q2。应确保所读数据至少在10s内不发生变化。两次读数应在2分钟内完成；

5 再重复4的步骤2次。

**4.4.6** 数据处理应符合下列规定：

1 太阳光反射比应按下列公式计算：

*ρs=*$\frac{Q\_{2}}{Q\_{1}}$ （4.4.6）

式中：*ρs* ——检测点的太阳光反射比；

*Q1*——太阳的辐照度，单位为W/m2；

*Q2* ——反射光的辐照度，单位为W/m2

2 每个检测点3次测量的算术平均值作为该检测点的太阳光反射比，再取所有测试点的算术平均值作为该检测区的最终结果。

# 5 半球发射率检测

## 5.1 一般规定

**5.1.1**半球发射率的现场测定应使用辐射计法。辐射计法又分为辐射计法（标准法）和辐射计法（滑动法），当被测表面导热率大于1100W/m2·K(热阻小于0.00091m2·K / W)时，应采用辐射计法（标准法），否则应采用辐射计法（滑动法）。

**5.1.2** 同类反射隔热饰面层每500㎡～1000㎡面积应划分为一个检测区，不足500㎡的应划分为一个检测区。

**5.1.3**现场检测环境应符合下列规定：

1 环境温度宜为5℃～35℃；

2 环境相对湿度不宜高于85%；

3 应无雨、雾；

4 环境风速宜小于5m/s。

**5.1.4**检测设备性能应符合表5.1.3的规定。

**表5.1.3 辐射计检测设备性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设备组件 | 性能要求 | 检测范围与精度 |
| 差热电堆式辐射能探测器 | 由可控加热器、高发射率探头元件和低发射率探头元件构成，可控加热器应能保证探测器温度高于试板温度或标准板温度。发射率探头元件应能产生与温差成比例关系的输出电压。重复性±1% | 半球发射率检测范围应为0.03～0.98；检测精度应为0.01 |
| 读数装置（毫伏计） | 读数装置应与差热电堆式辐射能探测器相连，用于处理辐射能探测器的输出信号，数显分辨率应为0.01。毫伏计灵敏度0.01mV |
| 标准板 | 由低发射率抛光不锈钢标准板和高发射率黑色标准板组成。 |
| 适配器 | 可调节探测器与被测表面的接触面积 |

##

## 5.2 辐射计法（标准法）

**5.2.1**被测表面应符合下列规定：

1 表面外观应平整光滑、无杂物、无凸起；

2 表面应呈干燥状态，不得清洗；

3 检测时被测表面应避免受太阳直接照射。

**5.2.2** 检测点的确定应符合表5.2.2的规定：

**表5.2.2检测点要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检测类型 | 均质表面 | 非均质表面 |
| 工程验收检测 | 每个检测区3个点，每个点间距至少500mm | 每个检测区8个点，每个点间距至少500mm |
| 建筑使用后反射隔热性能评估检测 | 每个检测区5个点，每个点间距至少500mm | 每个检测区10个点，每个点间距至少500mm |

* + 1. 检测程序应符合下列规定：
1. 检测开始前，将高发射率和低发射率标准板应置于被测表面上至少30分钟，使三者温度一致。
2. 开启电源，仪器预热应至稳定。

3 将探测器分别放在高、低发射率标准板上90s，应通过微调使读数装置显示的读数与标准板的标示值一致，重复此步骤直至不再需要调整。

4 将探测器放到被检测表面上，待读数稳定后即为被检测表面的发射率。

* + 1. 检测区的最终结果应为所有测试点的算术平均值。

## 5.3辐射计法（滑动法）

**5.3.1**被测表面应符合下列规定：

1 表面外观应平整、无杂物，凸起高度小于1.0mm；

2 表面应呈干燥状态；

1. 检测时检被测表面应避免受太阳直接照射。

**5.3.2** 检测点的确定应符合5.2.2的规定。

**5.3.3** 检测程序应符合下列规定：

1 检测开始前，应将高发射率和低发射率标准板置于被测表面上至少30分钟，使三者温度一致。

2 应在探测器上安装适配器；

3 开启电源，仪器应预热至稳定；

4 将探测器分别放在高、低发射率标准板上90s，通过微调使读数与标准板的标示值一致，重复此步骤直至不再需要调整；

5 将探测器放到被检测表面上位置1大约20s，然后将探测器贴着被测表面滑动至位置2停留大约15s，再滑动至位置3停留大约15s，最后滑动至位置4停留约20s，记录位置4的读数，每个位置点间距约为100mm，如图5.3.3所示：



图5.3.3 检测过程示意图

**5.3.4** 检测区的最终结果应取所有测试点结果的算术平均值。

# 6 检测报告

## 6.1 一般规定

**6.1.1**太阳光反射比和半球发射率的现场测定后，应对所得的数据结果进行分析，根据设计文件或技术要求，对反射隔热饰面层的隔热性能出具现场检测报告。对于建筑屋面，可按附录B的规定计算屋面的SRI值。

## 6.2检测报告

**6.2.1**检测报告应包括下列信息：

* + - 1. 报告的名称、编号及页码、委托单位名称和地址；
1. 工程项目名称和地址；
2. 被测对象描述，包括材料、面积、表面状态、污染情况、使用年限等
3. 检测环境描述，包括温度、湿度、风速、天气状况等
4. 检测日期、时间
5. 检测方法；
6. 检测依据的标准文件；
7. 检测设备、仪器的型号、编号、计量有效期等信息；
8. 太阳光反射比、半球发射率检测结果；
9. 附图、附表
10. 检测单位名称及地址；
11. 测点及周围环境照片
12. 报告主检人、审核人和批准人的签名。

**6.2.2** 适宜时，报告屋面的SRI值及在其计算过程中所使用的风速级别以及对应的对流系数。

# 附录A 太阳光谱辐照度

表A 太阳光谱辐照度表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| (nm) | (W/m2﹒nm) | (nm) | (W/m2﹒nm) | (nm) | (W/m2﹒nm) | (nm) | (W/m2﹒nm) |
| 305.0 | 0.0092 | 570.0 | 1.4471 | 980.0 | 0.6230 | 1800.0 | 0.029 |
| 310.0 | 0.0408 | 590.0 | 1.3449 | 993.5 | 0.7197 | 1860.0 | 0.0019 |
| 315.0 | 0.1039 | 610.0 | 1.4315 | 1040.0 | 0.6655 | 1920.0 | 0.0012 |
| 320.0 | 0.1744 | 630.0 | 1.3821 | 1070.0 | 0.6144 | 1960.0 | 0.0204 |
| 325.0 | 0.2379 | 650.0 | 1.3684 | 1100.0 | 0.3976 | 1985.0 | 0.0878 |
| 330.0 | 0.3810 | 670.0 | 1.3418 | 1120.0 | 0.1058 | 2005.0 | 0.0258 |
| 335.0 | 0.3760 | 690.0 | 1.0890 | 1130.0 | 0.1822 | 2035.0 | 0.0959 |
| 340.0 | 0.4195 | 710.0 | 1.2690 | 1137.0 | 0.1274 | 2065.0 | 0.0582 |
| 345.0 | 0.4230 | 718.0 | 0.9737 | 1161.0 | 0.3267 | 2100.0 | 0.0859 |
| 350.0 | 0.4662 | 724.4 | 1.0054 | 1180.0 | 0.4433 | 2148.0 | 0.0792 |
| 360.0 | 0.5014 | 740.0 | 1.1673 | 1200.0 | 0.4082 | 2198.0 | 0.0689 |
| 370.0 | 0.6421 | 752.5 | 1.1506 | 1235.0 | 0.4631 | 2270.0 | 0.0677 |
| 380.0 | 0.6867 | 757.5 | 1.1329 | 1290.0 | 0.3981 | 2360.0 | 0.0598 |
| 390.0 | 0.6946 | 762.5 | 0.6198 | 1320.0 | 0.2411 | 2450.0 | 0.0204 |
| 400.0 | 0.9764 | 767.5 | 0.9938 | 1350.0 | 0.0313 | 2494.0 | 0.0178 |
| 410.0 | 1.1162 | 780.0 | 1.0901 | 1395.0 | 0.0015 | 2537.0 | 0.0031 |
| 420.0 | 1.1411 | 800.0 | 1.0424 | 1442.5 | 0.0537 | 2941.0 | 0.0042 |
| 430.0 | 1.0330 | 816.0 | 0.8184 | 1462.5 | 0.1013 | 2973.0 | 0.0073 |
| 440.0 | 1.2548 | 823.7 | 0.7565 | 1477.0 | 0.1017 | 3005.0 | 0.0063 |
| 450.0 | 1.4707 | 831.5 | 0.8832 | 1497.0 | 0.1755 | 3056.0 | 0.0031 |
| 460.0 | 1.5416 | 840.0 | 0.9251 | 1520.0 | 0.2531 |  |  |
| 470.0 | 1.5237 | 860.0 | 0.9434 | 1539.0 | 0.2643 |  |  |
| 480.0 | 1.5693 | 880.0 | 0.8994 | 1558.0 | 0.2650 |  |  |
| 490.0 | 1.4834 | 905.0 | 0.7214 | 1578.0 | 0.2357 |  |  |
| 500.0 | 1.4926 | 915.0 | 0.6433 | 1592.0 | 0.2384 |  |  |
| 510.0 | 1.5290 | 925.0 | 0.6653 | 1610.0 | 0.2204 |  |  |
| 520.0 | 1.4311 | 930.0 | 0.3890 | 1630.0 | 0.2356 |  |  |
| 530.0 | 1.5154 | 937.0 | 0.2489 | 1646.0 | 0.2263 |  |  |
| 540.0 | 1.4945 | 948.0 | 0.3022 | 1678.0 | 0.2125 |  |  |
| 550.0 | 1.5049 | 965.0 | 0.5077 | 1740.0 | 0.1653 |  |  |

# 附录B 阳光反射指数的计算

**B.1** 阳光反射指数通过测量材料表面的太阳光反射比和半球发射率再计算而得。适用标准日照与大气环境条件下的水平或坡度小于9.5º的建筑屋面。

**B.2**出于计算考虑，标准日照与大气环境条件规定为：太阳光热通量为1000W·m–2，环境空气温度为310 K，天空温度300 K，(0 ~2) m/s、(2~6)m/s和(6 ~ 10)m/s不同气体流动速率条件下，对流系数分别为5W/(m2·K)、12W/(m2·K)和30W/(m2·K)。

**B.3** 按照本标准第4章的规定检测并计算屋面的太阳光反射比。

**B.4** 按照本标准第5章的规定检测并计算屋面的半球发射率。

**B.5** SRI 值按下式进行计算：

 $SRI=123.97-141.35x+x^{2}$ (式B-1)

$ x=\frac{\left(1-ρ\_{s}-0.029ε\right)(8.797+h\_{c})}{9.5205ε+h\_{c}} $(式B-2 )

式中：——太阳反射比；

ε——半球发射率

 *hc*——对流系数W/(m2·K）

# 本标准用词说明

**1** 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1） 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2） 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”和“不得”。

3） 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4） 表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准的规定执行时，写法为“应符合……规定”或“应符合……要求”。

中国工程建设标准化协会标准

**建筑反射隔热饰面层现场检测规程**

 (征求意见稿2019.4)

条 文 说 明

# 制 定 说 明

本标准编制过程中，标准编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考ASTMC1537、ASTMC1371等国外先进标准并进行现场验证，确定了太阳光反射比和半球发射率的现场检测方法。

为便于广大涉及、施工、管理和科研院校等单位的有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

[1 总则 3](#_Toc516942859)

[2 术语 4](#_Toc516942860)

[3 基本规定 5](#_Toc516942861)

[4 太阳光反射比检测 6](#_Toc516942862)

[4.1 一般规定 6](#_Toc516942863)

[4.2光纤光谱法 6](#_Toc516942864)

[4.3辐射积分法 7](#_Toc516942865)

[4.4日射强度计法 7](#_Toc516942866)

[5 半球发射率检测 9](#_Toc516942867)

[5.1 一般规定 9](#_Toc516942868)

[5.2 辐射计法（标准法） 9](#_Toc516942869)

[5.3辐射计法（滑动法） 9](#_Toc516942870)

[6 检测报告 10](#_Toc516942871)

[6.1 一般规定 10](#_Toc516942872)

[6.2检测报告 10](#_Toc516942873)

[附录A 太阳光谱辐照度 11](#_Toc516942874)

[附录B 阳光反射指数的计算 12](#_Toc516942875)

# 1 总则

**1.0.1**实现建筑节能的主要举措就是在建筑维护工程中采用具有各种具有显著节能效果的材料和技术。建筑反射隔热材料具有较高的反射太阳辐射热的能力，可减少建筑物的热荷载，从而达到节能降耗、提高室内舒适度的目的。目前，建筑反射隔热材料如反射隔热涂料、热反射金属屋面板、热反射防水膜等已成功应用于建筑工程的屋面和外墙，取得了良好的节能效果。为规范建筑维护结构中反射隔热层的节能性能检测，制定了本规程。

**1.0.2**我国现行的有关标准规程中，关于反射隔热层的关键功能性能检测与评价，多集中在实验室内进行，现场测试仅局限于太阳光反射比这一个参数，而半球发射率、经过老化和污染的反射隔热层以及非均质表面的反射性能的现场测试等并未涉及。实际建筑反射隔热面层表面状态与试验室所制样品差别较大，且经过长时间的户外使用后，其表面状况会发生很大变化，有必要建立相应的现场检测方法反应的建筑隔热饰面面层（包括屋面和墙面）的真实情况，从而用于反射隔热工程的节能验收以及对反射隔热性能进行科学的评价。

# 2术语

**2.0.1** 与CECS XXX《建筑反射隔热涂料》《热反射金属屋面板》《反射隔热涂料应用技术规程》中定义保持一致。

**2.0.2** 与CECS XXX《建筑反射隔热涂料》《热反射金属屋面板》《反射隔热涂料应用技术规程》中定义保持一致。

**2.0.3** 取自美国材料与试验协会标准ASTM E 1980中的术语和定义。

根据此定义，阳光反射指数计算公式为：

$$SRI=\frac{T\_{b}-T\_{s}}{T\_{b}-T\_{w}}$$

其中*Ts、*Tb和Tw分别是材料表面、黑板与白板的表面稳态温度。

**2.0.4** 基于光纤耦合传输原理进行光谱分析的方法测试太阳光反射比。

**2.0.5** 是按照美国材料与试验协会标准ASTM C 1549设计的一种便携式太阳反射比测试方法。

**2.0.6** 是按照美国材料与试验协会标准ASTM E1918设计的一种现场测试均质或非均质材料表面太阳反射比的方法。

**2.0.7** 是按照美国材料与试验协会协会标准ASTM C1371和国军标GJB 2502.3设计的一种测试材料表面半球发射率的方法。

**2.0.8** 用于SRI的计算。

# 3 基本规定

**3.0.1** 目前专业领域内作为建筑反射隔热材料的节能参数有太阳光反射比和半球发射率，本标准重点就这两项参数的现场检测方法进行规定。反射隔热涂料涂装后需完全干燥后才能进行现场检测，其他材料施工后也应有一个养护期以保证其质量稳定。

**3.0.2** 高层建筑墙面及屋面现场检测具有一定的危险性，检测人员必须做好安全防护。相关安全防护的标准有JGJ 80《建筑施工高处作业安全技术规范》等。

**3.0.3** 本条给出了反射隔热饰面层现场检测流程，其中的现场调查应包括下列内容：反射隔热饰面层技术资料、饰面层施工工艺，建筑节能设计文件及施工资料，委托方的具体要求，现场检测条件等。检测方案宜包含以下内容：工程概况，检测方法，检测数量，抽样方案，所需的仪器设备和人员，安全防护措施，试验时间要求等，必要时还应包括测试点搭建脚手架、爬梯等要求。

# 4 太阳光反射比检测

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 光纤光谱法和辐射积分法是通过触探方式进行采样的检测，检测过程简单易操作，墙面和屋面均适用。日射计法为未非触探式检测，根据其检测原理，仅适用于平屋面和坡度很小的屋面。

***4.1.2*** *屋面检测区面积的划分与国家标准GB 50210《建筑装饰装修工程质量验收标准》保持一致，墙面。*

**4.1.3** 为了保护检测人员安全、确保仪器的防护和检测的精度，对现场检测环境条件的提出要求。是为了确保的防护和检测的精度。

**4.1.4** 用于现场检测的光纤光谱仪、辐射积分仪等设备属于精密仪器，应针对现场检测环境具备抗振动性能，仪器及组件的连接等应牢固可靠，确保测试信号的传输不受现场环境震动、检测中的移动等影响，对现场环境中某些电气设备产生的快速脉冲群干扰或其它电磁干扰，检测设备应具备抗干扰能力，现场环境下仪器设备应具备防尘、防潮和防紫外性能。

## 4.2光纤光谱法

**4.2.1**当被测表面凸起高度大于2mm或不平整时，可采用日射强度计法测量太阳光反射比。杂物指落叶、废纸等与被测表面无关的物品，检测前应予以清理。被测表面潮湿或者受到强烈阳光的照射，会改变其表面的状态和温度，从而影响测量的准确性，因此应确保其干燥、避免强烈的太阳光直射，必要时可采用遮阳伞进行防护。

**4.2.2** 采用光纤光谱法现场检测设备的组成，还应包括蓄电池电源、便携式计算机等。也可以采用集成化程度较高的便携式仪器，如将光谱仪和计算机整合为一体、积分球和光源整合为一体的便携式仪器。

**4.2.3** 规定检测点间距至少500mm，是检测区域中检测人员展开手臂可以够及的位置。非均质表面由于每个检测点存在一定的差异性，因此增加检测点的数量以减少测量误差。建筑使用后反射隔热材料由于受污染等因素影响，其表面也出现程度不等的不均匀性，也要增加检测点的数量。

**4.2.4** 采样孔与检测点之间配置定位片有两个重要作用，一是给测量头采样准确定位，二是封闭测量头采样孔边缘因被测面凸凹不平产生的缝隙，避免测量头触接面漏光产生测试误差。

**4.2.5** 公式中n是波长350nm～2500nm范围内的计算点数目，计算点的波长 应以本标准附录表C中350nm至2494nm范围内的逐点作为反射比分析用的计算点，共96个，之所以规定具体的计算点波长，目的是避免因计算点选择的不统一而产生计算结果的差异，计算过程更为严谨规范，结果也便于比较。为标准白板的绝对反射比，是由计量部门检定的数值，对应各计算点波长的绝对反射比值，可根据检定值按照相邻波长对应的绝对光谱反射比，采用内插法逐个确定。在各计算点的数值，可根据测定值按相邻波长对应的光谱反射比，采用内插法逐个确定。

**4.2.7** 为了提高装饰效果，有的建筑墙面被设计成由不同的颜色构成，例如阳台外饰面、墙裙的颜色与墙面主体颜色不同，这时就需要分别测试不同颜色区域的太阳光反射比，然后再按各颜色区域所占的面积加权计算反射隔热饰面层总的太阳光反射比。

## 4.3辐射积分法

**4.3.2** 辐射积分法设备集成度较高，可直接通过读书模块进行读数，也可再配备便携式电脑用于数据导出和存储。除此之外，现场检测还应配备蓄电池电源。

**4.3.4** 读数模块显示多种光谱和空气质量时的太阳光反射比值，可选择G173的光谱，此光谱与本标准附录C均源自ISO 9845-1 Solar energy; reference solar spectral irradiance at the ground at different receiving conditions; part 1: direct normal and hemispherical solar irradiance for air mass 1,5《太阳能 地面不同接收条件下标准太阳光谱辐射 第1部分:空气质量1.5直接垂直半球状太阳辐射》。

## 4.4日射强度计法

**4.4.1** 作为低倾斜度屋顶的定义，屋顶产业广泛的接受小于等于2/12的倾斜度，也就是大约9.5°的倾斜度。

**4.4.2** 日射强度计也称总辐射表、总日射表，用于测量太阳辐射的仪器，它与数据采集器相连，根据日射强度计的按照状态不同，可分别测量太阳总辐射和反射辐射。GB/T 19565-2017标准规定的一级总辐射表能够满足本方法的要求。输出装置也称数据采集器、专用记录仪，作用是将日射强度计的模拟输出转换成数字输出。日射强度计的安装高度500mm可以减小测量反射辐射时阴影的影响。

**4.4.3** 本条对检测时间进行了限定

1 多云和薄雾天气严重影响测量工作。因此测试期间天气应该是晴朗、无云、无雾的。以下准则适用于确定适宜的测量条件。阴霾：只要测试期间太阳圆面可见、阳光不迅速改变，可以确保一定的测量精度。云：太阳周围的云的影响大于地平线上云的影响。应确保测量在稳定太阳照射条件下进行。

2 太阳光入射角小于45°是ASTM E1918的要求。对于水平和低斜度的表面，时间应限制在当地时间早上9点到下午3点，同时此日中午可以获得太阳辐照能量的70%。冬季太阳角度比较小，检测的时间段可以选在早上10点到下午2点。

**4.4.4** 本方法要求被测表面应足够大，以保证测点数量和距离的要求。建筑使用后反射隔热材料由于受污染等因素影响，其表面也出现程度不等的不均匀性，要增加检测点的数量。

**4.4.5** 被测表面应无完全暴露于阳光下，除了支架和日射强度计，应无其他物体的影子。为确保测量的稳定性，应做3次以上测量（每次在2分钟内完成），并应确保计算的太阳光反射比在一定的时间内是可以重复的。

**4.4.6** 本条规定了太阳光反射比计算和数据处理方法：

1 本公式是对太阳光放射比定义（相同波段内反射与入射的太阳辐射通量的比值）的最直接体现。

2 本方法适用于非均质表面，材料本身的多样性、气候条件的多样性导致测试结果的差异性。为了充分反应非均质表面的太阳光反射比，至少选择不同位置的3个测试点。

# 5 半球发射率检测

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 标准法适用于金属基材上薄涂层的测试，滑动法适用于热传导性较低表面（例如防水膜、混凝土基材上的涂层等）的测试，滑动法修改采用美国CRRC-1 PRODUCT RATING PROGRAM中附录1的方法。

**5.1.2** 检测区面积的划分与GB 50210《建筑装饰装修工程质量验收规范》和CECSXXX《建筑反射隔热涂料应用技术规程》保持一致。

**5.1.3**为了保护检测人员安全、确保仪器的防护和检测的精度，对现场检测环境条件的提出要求。是为了确保的防护和检测的精度。

**5.1.4**采用辐射计法现场检测设备的组成，还应包括蓄电池电源。适配器仅用于滑动法检测半球发射率。

## 5.2 辐射计法（标准法）

**5.2.1**被测表面潮湿或者受到强烈阳光的照射，会改变其表面的状态和温度，从而影响测量的准确性，因此应确保其干燥、避免强烈的太阳光直射，必要时可采用遮阳伞进行防护。

**5.2.2** 规定检测点间距至少500mm，是检测区域中检测人员展开手臂可以够及的位置。非均质表面由于每个检测点存在一定的差异性，因此增加检测点的数量以减少测量误差。建筑使用后反射隔热材料由于受污染等因素影响，其表面也出现程度不等的不均匀性，也要增加检测点的数量。

**5.2.3** 为使标准板与被测表面温度一致，可采取在标准板与被测表面之间涂抹凡士林以促进传热的方法。

## 5.3辐射计法（滑动法）

**5.3.1** 滑动法可以测试有一定纹理的表面，表面凸起高度不得大于1.0mm

**5.3.3** 本条规定了滑动法测试表面半球发射率的步骤

1 为使标准板与被测表面温度一致，可采取在标准板与被测表面之间涂抹凡士林以促进传热的方法。

2 适配器的使用目的是减小探测器与被测表面的接触面积，减少被测表面的热负荷。

5 如果“滑动”探测器比较困难，也可以抬起探测器快速移动至下一个位置。每一次滑动，读数会略微增加，因为新位置的表面温度比较低。为了获得几个读数的平均值，应在不同的位置开始和结束。

# 6 检测报告

**6.2.1** 被测对象描述中应包括被测表面状态、颜色等；检测环境条件猫叔应包括温度、湿度、天气状况、周围环境等；附图、附表应包括被测对象及检测区域的找平或测试图、表等。

**6.2.2** SRI值的计算和报告并不是必须的，国内外绝大多数标准、认证评级等规定的反射隔热指标为太阳光反射比和半球发射率，但也有例外，如美国LEED认证要求提供屋面的SRI值，并对不同坡度屋面的最小SRI值进行了限定。

# 附录A 太阳光谱辐照度

本附录采用《太阳能  在地面不同接收条件下的太阳光谱辐照度标准  第1部分：大气质量1.5的法向直接日射辐照度和半球向日射辐照度》GB/T 17683.1的表1第5列数据。

# 附录B 阳光反射指数的计算

**B.1** 在阳光照射下，屋面材料表面稳态温度与材料自身的太阳光反射比和热辐射率（半球发射率）有密切的相关性。在相同条件下，低太阳光反射比表面温度高于高太阳光反射比表面温度。辐射率（发射率）较低的材料表面温度高于辐射率（发射率）较高的材料表面温度。本附录推荐了一种通过计算阳光反射指数来比对在太阳辐照下不同屋面材料的表面稳态温度的方法。

**B.2** 根据屋面材料表面风速的高、中、低三个级别，对流系数分别定位5, 12, 30W· m–2·K–1，以用于SRI的计算。

**B.5** SRI值计算公式由太阳辐射下屋面材料表面温度计算公式、SRI值的定义公式（见2.0.3条文说明）推导而成。本公式不适用于太阳光反射比小于0.2、半球发射率小于0.2的屋面材料。