

民用建筑节能工程热工性能现场检测标准

Standard for thermal performance on-site test of civil

energy efficient buildings

地方标准信息服务平台

2021 - 09 - 16 发布

2022 - 03 - 01 实施

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本规定	4
5 非透明围护结构热工性能检测	4
5.1 一般规定	5
5.2 传热系数检测	5
5.3 隔热性能检测	7
5.4 外围护结构热工缺陷检测	8
5.5 热桥部位内表面温度检测	9
6 透明围护结构热工性能检测	9
6.1 一般规定	9
6.2 外窗、透明幕墙及采光顶热工性能检测与计算核验	9
6.3 遮阳设施的遮阳性能检测	10
6.4 玻璃热工性能现场检测	10
6.5 中空玻璃露点现场检测	12
7 气密性检测	13
7.1 一般规定	13
7.2 外窗及透明幕墙的现场气密性检测	13
7.3 建筑整体气密性检测	13
附录 A 检测仪器要求	15
附录 B 非透明围护结构传热阻和传热系数的计算	18
附录 C 室外气象参数检测方法	19

前 言

本标准按照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。

本标准由江苏省住房和城乡建设厅提出。

本标准由江苏省住房和城乡建设厅归口。

本标准起草单位：江苏省建筑科学研究院有限公司、江苏省建筑工程质量检测中心有限公司、苏州市建筑工程质量检测中心有限公司、镇江市建设工程质量检测中心有限公司、昆山市建设工程质量检测中心、常州市建筑科学研究院集团股份有限公司、扬州市建筑工程质量检测中心有限公司、江苏建科鉴定咨询有限公司。

本标准主要起草人：许锦峰、吴志敏、张海遐、韩伟、姜美琴、李磊、许鸣、张志权、眭斌、陈满军、季柳金、袁浩、杨恒亮、吴茂军。

地方标准信息服务平台

民用建筑节能工程热工性能现场检测标准

1 范围

本标准规定了民用建筑节能工程热工性能现场检测方法。

本标准适用于我省新建、扩建、改建的民用建筑节能工程围护结构现场热工性能的检测。既有建筑节能改造工程的检测可参照执行。

民用建筑节能工程围护结构现场热工性能的检测，除应符合本标准外，尚应符合国家和地方现行有关标准、规范的规定。

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。

GB 50176 民用建筑热工设计规范

GB 50411 建筑节能工程施工质量验收规范

GB/T 2680 建筑玻璃可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定

GB/T 8484 建筑外门窗保温性能分级及检测方法

GB/T 10294 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定防护热板法

GB/T 10295 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定热流计法

GB/T 13475 绝热稳态传热性质的测定标定和防护热箱法

GB/T 20313 建筑材料及制品的湿热性能 含湿率的测定 烘干法

GB/T 34010 建筑物气密性测定方法 风扇压力法

GB/T 36261 建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法

JGJ/T 132 居住建筑节能检测标准

JGJ/T 151 建筑门窗透明幕墙热工计算规程

JGJ/T 177 公共建筑节能检测标准

JGJ/T 357 围护结构传热系数现场检测技术规程

JG/T 205 建筑门窗工程检测技术规程

JG/T 211 建筑外窗气密、水密、抗风压性能现场检测方法

JG/T 269 建筑红外热像检测要求

DGJ32/J 19 绿色建筑工程施工质量验收规范

DGJ32/TJ 81 建筑工程红外热成像法检测技术规程

3 术语和定义

3.1

围护结构 envelope

建筑物中构成建筑空间，抵御环境不利影响的围挡物。

3.2

非透明围护结构 non-transparent envelope

指建筑物外墙、屋面、非透明幕墙等非透光外围护结构。

3.3

透明围护结构 transparent envelope

指外窗（含透明阳台门）、透明幕墙和建筑采光顶等太阳光可直接透射入室内的建筑物外围护结构。

3.4

建筑采光顶 skylight roof

由玻璃等透光面板、支承体系等组成的可让太阳光直接透射入室内的屋顶。

3.5

遮阳设施 Shading device

遮阳设施包括外遮阳卷帘、外遮阳百叶帘、机翼百叶板、建筑遮阳篷、曲臂遮阳篷、天篷遮阳帘、遮阳格栅等。

3.6

热流计法 method of heat flow meter

采用热流计及温度传感器测量通过围护结构构件的热流密度和表面温度，并以此计算被测部位的传热阻或传热系数的检测方法。

3.7

热箱仪 hot box

由计量热箱与显示仪表组成的用于现场测量围护结构构件传热阻的装置。

3.8

环境箱 environment box

在围护结构两侧形成温差，以满足传热系数现场检测温差要求的箱体。

3.9

热箱法 method of hot box

采用热箱仪对构件进行传热阻和传热系数的测量方法。

3.10

动态分析方法 dynamic analysis method

热流计法传热系数检测中,通过热力学方程考虑检测期间温度及热流的较大变化幅度对检测结果进行动态分析计算的方法。

3.11

封闭空气间层 air space insulation

封闭在围护结构中的空气层。

3.12

同条件试样 samples in the same conditions

根据工程实体的性能取决于内在材料性能和构造的原理,在施工现场抽取一定数量的工程实体组成材料,按同工艺、同条件的方法,在实验室制作的能够反映工程实体热工性能的试样。

3.13

红外热像仪 infrared thermography instrument

将被测目标的红外辐射能量分布图形反映到红外探测器的光敏元件上,获得红外热像图的成像仪器。

3.14

热像图 thermogram

用红外热像仪拍摄的表示物体表面表观辐射温度的图片。

3.15

热工缺陷 thermal defect

建筑围护结构中存在的由于保温材料缺失、受潮、分布不均或空气渗透等导致热工性能不符合规定的部位。

3.16

轻质构件 light elements

热惰性指标 D 小于等于 2.5 的构件。

3.17

重质构件 heavier elements

热惰性指标 D 大于 2.5 的构件。

3.18

材料质量含湿率 moisture content mass by mass

材料中可蒸发水（烘干至恒重蒸发的水分）的质量与材料质量之比。简称“含湿率”。

3.19

蓄热修正热容 thermal mass factor

消除周期性热作用下构件蓄热对热流密度的影响而对其检测值进行修正的热容。蓄热热容修正包括内、外蓄热修正热容。

4 基本规定

4.0.1 民用建筑节能工程应按《绿色建筑工程施工质量验收规范》DGJ32/J 19 的规定进行围护结构热工性能相关项目的现场检测，《绿色建筑工程施工质量验收规范》DGJ32/J 19 中未明确的检测项目可根据相关标准或与委托方的合同约定进行。

4.0.2 超低能耗建筑、近零能耗建筑等应进行含外窗气密性在内的建筑整体气密性现场检测。

4.0.3 围护结构现场热工性能检测应按《绿色建筑工程施工质量验收规范》DGJ32/J 19 的规定进行抽样，《绿色建筑工程施工质量验收规范》DGJ32/J 19 中未明确的可根据相关标准或与委托方的合同约定进行抽样。

4.0.4 热工性能的合格指标和判定方法应符合相关标准的规定。

4.0.5 现场热工性能检测前，委托方宜提供以下技术文件：

- a) 经施工图审查机构审查合格的工程设计文件、经审核通过的设计变更文件等；
- b) 工程竣工图纸和相关技术文件；
- c) 具有相关资质的检测机构出具的外门窗(含阳台门)、透明幕墙及外墙、屋面保温材料等的进场抽样复验报告，包括外门窗传热系数、外窗气密性能等级、玻璃及外窗遮阳系数以及外墙、屋面保温材料的导热系数、吸水率等复验报告；
- d) 外墙、屋面及热桥部位的保温施工方案及外墙保温系统构造检验报告；
- e) 与本条第 4 款有关的隐蔽工程施工质量的中间验收报告；
- f) 其他必要的技术文件。

4.0.6 检测中使用的温度传感器、热流计、天空辐射计、风速仪、湿度计、热箱仪、环境箱、红外热像仪、玻璃热工性能检测仪等仪器性能指标应符合本标准附录 A 的规定。

4.0.7 仪器设备应具有有效期内的检定证书、校准证书。温度传感器、热流计、热箱仪应按《围护结构传热系数现场检测技术规程》JGJ/T 357 中附录 A 的规定进行核查和标定。

4.0.8 从事现场热工性能检测的机构应具有相应的检测能力，检测人员应经过专业培训。

5 非透明围护结构热工性能检测

5.1 一般规定

5.1.1 非透明围护结构（墙体、屋顶、楼板）主体部分传热系数检测可根据工程实际情况，选择采用热流计法或热箱法进行。

5.1.2 隔热性能现场检测应选择建筑中西侧外墙及屋面中隔热最不利部位进行。

5.1.3 外围护结构热工缺陷检测宜采用红外热成像法进行。

5.1.4 热桥部位内表面温度检测应选择建筑中最不利的热桥部位进行检测。

5.2 传热系数检测

5.2.1 以自保温为主的墙体，传热系数检测应在墙体砌筑龄期大于 2 年后进行。以外保温或内保温为主的构件（墙体、屋顶、楼板），当主要保温材料体积吸水率大于 4% 时，传热系数检测应在保温工程施工完成 12 个月后进行；当主要保温材料体积吸水率不大于 4% 时，传热系数检测可在保温工程施工完成 6 个月后进行。检测前被测围护结构构件应为自然干燥状态。

5.2.2 当传热系数检测不满足 4.2.1 规定的时间时，应进行保温材料含湿率的检测以修正传热系数检测结果。含湿率的检测应在传热系数检测完成后立即进行，检测方法应按《围护结构传热系数现场检测技术规程》JGJ/T 357 的规定进行。

5.2.3 外墙、屋顶、架空楼板等外围护结构传热系数的检测宜在冬季进行，其他季节应采取措施保持规定的室内外温差及室内温度稳定。

I 热流计法传热系数检测

5.2.4 检测应尽量选择受太阳辐射影响小的围护结构构件进行，被测部位应避免阳光直射，无法避免时应进行遮挡。

5.2.5 检测前应关闭被测房间门窗，采取加热或制冷、或加环境箱等措施形成构件两侧温差，待温度稳定后进行。检测外墙、屋顶、架空楼板，宜避开气温剧烈变化的天气，保持室内空气温度稳定波动小于 1K，夏热冬冷地区内外表面温差不应小于 10K，寒冷地区内外表面温差宜在 20K 以上。检测分户楼板、分户墙期间，两侧表面温差不应小于 10K。

5.2.6 检测外墙、屋顶、架空楼板的同时应进行室内外空气温度的检测。室内空气温度检测点应避开冷热源并安装防辐射罩，宜在房间中央靠近层高 1/2 处均匀布置不少于 2 个。室外空气温度的检测应按本标准附录 C 的规定进行。

5.2.7 温度的检测宜采用热电偶、铂电阻、半导体等类型的温度传感器，热流的检测应采用建筑用热流计。温度、热流密度数据应采用自动化装置进行采集、储存。

5.2.8 检测区域应在无裂纹等结构缺陷的典型构件主体部位选取，所测区域不应小于 1.2m×1.2m。检测外墙、屋顶、架空楼板前宜利用红外热像仪确定主体部位和热桥部位，选取表面温度分布温差不大于 0.5K 的区域，布置温度传感器和热流传感器。测点位置不应靠近热桥、裂缝和有空气渗漏的部位，不应受加热、制冷装置和通风气流的直接影响。

5.2.9 热流计和温度传感器的安装应符合下列规定：

- a) 对外墙、屋顶、架空楼板，热流计应直接安装在受检构件的内表面上；对分户楼板、分户墙，热流计可安装在受检构件的低温侧表面上，每个检测区域应至少布置 3 个热流计，且应与表面完全接触。
- b) 温度传感器应在受检围护结构两侧表面安装。表面温度传感器应靠近热流计安装，对应每个热流计，两侧表面温度传感器布置各不少于 1 个。温度传感器应连同不小于 100mm 长引线与受检表面紧密接触，传感器表面应采取措施使其辐射系数与受检表面基本相同。

5.2.10 检测期间，应定时记录热流密度和构件两侧表面温度及室内外空气温度，采样间隔不宜大于 1min，记录时间间隔不应大于 5min。

5.2.11 热流密度和表面温度检测值应符合下列规定：

- a) 计算同一采集目标的一组传感器记录数据的算术平均值，热流密度应精确至 0.01W/m²，温度应精确至 0.01K；
- b) 应剔除记录数据中偏差超过算术平均值 15%的数据；当该组记录数据中偏差小于算术平均值 15%的数据少于 2 个时，则该组数据无效；
- c) 应取有效算术平均值为该时刻检测值。

5.2.12 对外围护轻质构件，宜取日落后 1h 到日出前的数据，在连续三个夜间数据得到的热阻相差不大于 ±5% 时，可结束检测。

5.2.13 对外围护重质构件，检测结束应同时满足下列条件：

- a) 传热稳定后，采用动态分析法数据处理的检测时间应超过 72h，采用算术平均法数据处理的检测时间应超过 96h。
- b) 检测结束时得到的热阻计算值与 24h 前得到的热阻计算值偏差不应大于 5%。
- c) 检测期间内第一个 INT(2×DT / 3) 天内与最后一个同样长的天数内热阻的计算值相差不应大于 5%。

注：DT 为检测持续天数，INT 表示取整数部分。

5.2.14 当采用算术平均法进行数据分析时，对外围护结构，应按公式 1 计算外围护结构主体部位的热阻，并应使用全天数据 (24h 的整数倍) 进行计算。对分户楼板、分户墙，可参照式 (1)，将构件两侧分别当做内侧和外侧计算热阻，并应使用全天数据 (24h 的整数倍) 进行计算。

$$R = \frac{\sum_{j=1}^n (\theta_{ij} - \theta_{ej})}{\sum_{j=1}^n q_j} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R——围护结构主体部位的热阻(m² K / W)；

θ_{ij} ——围护结构主体部位内表面温度的第 j 次测量值(°C)；

θ_{ej} ——围护结构主体部位外表面温度的第 j 次测量值(°C)；

q_j ——围护结构主体部位热流密度的第 j 次测量值(W / m²)。

5.2.15 当采用动态分析法时，应按照《围护结构传热系数现场检测技术规程》JGJ/T 357 的规定进行。

5.2.16 检测数据的修正应符合下列规定：

- a) 采用算术平均法进行数据分析时，对于热阻值大于 1.0 m² K/W 的构件或重质构件，当第一天和最后一天的室内外平均温度差大于第一天的室内外平均温度的 5% 时，应按照《围护结构传热系数现场检测技术规程》JGJ/T 357 的规定对热流密度进行蓄热影响修正。
- b) 构件中保温材料含湿率对热阻的影响大于 5% 时应进行含湿率修正，保温材料含湿率的检测和修正可按《围护结构传热系数现场检测技术规程》JGJ/T 357 的规定进行。

5.2.17 当不考虑蓄热影响、含湿率等修正时，围护结构传热阻和传热系数可按本标准附录 B 进行计算。

5.2.18 含封闭空气间层的非透明围护结构的传热阻应包含封闭空气间层的热阻，采用热流计法检测时，应将外表面温度传感器安装在与封闭空气间层接触的围护构件（墙体、屋顶等）的表面，先测得封闭空气间层内侧围护结构的热阻。封闭空气间层的热阻可按照《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 中附录 B.3 进行取值。

5.2.19 当所检测的围护结构主体部位传热系数满足设计文件的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

II 热箱法传热系数检测

5.2.20 检测区域应在构件无裂纹等结构缺陷的典型部位选取，所测区域不应小于 $2.4\text{m}\times 2.4\text{m}$ 。检测区域应避免阳光直射，无法避免时应进行遮挡。

5.2.21 检测前应使用红外热像仪对检测区域进行预选，应避免热桥及热工缺陷位置。热箱边缘距离热桥不宜小于构件厚度的 1.7 倍，热箱周边应与被测表面紧密接触，必要时应采取密封措施。

5.2.22 被测部位两侧表面应分别布置不少于 3 个温度传感器，温度传感器距离热箱开口边缘不得小于 200mm。

5.2.23 温度、加热功率等参数应采用自动化装置进行采集、储存。热箱内温度设定应与室内温度一致，检测时控制室内空气温度与热箱内空气温度平均温差不应大于 0.5K。被测构件两侧表面温差不应小于 10K。

5.2.24 检测期间应定时记录被测构件两侧空气温度、表面温度和热箱消耗的功率，采样间隔不宜大于 1min，记录时间间隔不应大于 5min。传热稳定后检测时间不应少于 72h。

5.2.25 热箱法传热系数检测数据的处理应按《围护结构传热系数现场检测技术规程》JGJ/T 357 的规定进行。

5.2.26 传热系数检测合格指标与判定同 5.2.19。

5.3 隔热性能检测

5.3.1 以自保温为主的外墙保温隔热工程，隔热性能检测宜在施工完成 12 个月后进行。以外保温或内保温为主的外墙和屋面隔热保温工程，隔热性能检测宜在施工完成 6 个月后进行。检测持续时间不应少于 24h。

5.3.2 检测期间室外气候条件应符合下列规定：

- a) 检测开始前两天应为晴天或少云天气；
- b) 检测日应为晴天或少云天气，水平面太阳辐射照度最高值不宜小于当地夏季太阳辐射照度最高值的 90%；
- c) 检测日室外最高逐时空气温度不宜小于当地夏季室外计算温度最高值 2.0°C ；
- d) 检测日工作高度处的室外风速不应超过 5.4m/s 。

5.3.3 受检外围护结构内表面所在的房间应有良好的自然通风环境，直射到围护结构外表面的阳光在白天不应被其他物体遮挡，检测时房间的门窗应全部开启。

5.3.4 检测时应同时检测室内外空气温度、受检外围护结构内外表面温度、室外风速、室外水平面太阳辐射照度。室内空气温度检测点应避开冷热源并安装防辐射罩，宜在房间中央靠近层高 1/2 处均匀布置不少于 2 个；室外空气温度、室外风速、太阳辐射照度的检测应按本标准附录 C 的规定进行。白天太阳辐射照度的数据记录时间间隔不应大于 15min，夜间可不记录。

5.3.5 内外表面温度传感器应对称布置在外围护结构主体部位的两侧，与热桥部位的距离应大于墙体（屋面）厚度的 3 倍以上。每侧温度测点应至少各布置 3 点，其中一点应布置在接近检测面中央的位置。

5.3.6 内表面逐时温度应取内表面所有测点相应时刻检测结果的平均值。

5.3.7 隔热性能检测所测建筑西侧外墙和屋面内表面逐时最高温度均不高于室外逐时空气温度最高值，应判为合格，否则应判为不合格。

5.4 外围护结构热工缺陷检测

5.4.1 外围护结构热工缺陷检测应主要针对建筑物外表面进行。有条件时，宜对建筑物内表面热工缺陷进行检测。

5.4.2 采用红外热像仪检测时，可采用其他方法进行辅助检测或验证。

5.4.3 检测前及检测期间，环境条件应符合下列规定：

- a) 寒冷地区检测前 24h 内和检测期间，建筑物室内外温度差不宜小于 10K；夏热冬冷地区检测期间，建筑物室内外温度差不宜小 5K；
- b) 检测开始前 12h 内受检的外表面不应受到太阳直接照射，受检的内表面不应受到灯光的直接照射；
- c) 室外检测应选择有云天气或晚上进行。室内检测应关掉空调、照明等热源及辐射源。
- d) 室外检测时应在无雨、低风速（风速不大于 5m/s，且 1h 内室外风速变化不大于 2 级（含 2 级））的环境下进行，空气相对湿度不应大于 75%，空气中 PM10 含量不应异常。
- e) 检测期间与开始检测时的空气温度相比，室外空气温度逐时变化不应大于 5℃，室内空气温度逐时变化不应大于 2℃。

5.4.4 检测前宜采用表面式温度计在受检表面上测出参照温度，调整红外热像仪的发射率，使红外热像仪的测定结果等于该参照温度；宜在与目标距离相等的不同方位扫描同个部位，并评估临近物体对受检外围护结构表面造成的影响；必要时可采取遮挡措施或关闭室内辐射源，或在合适的时间段进行检测。

5.4.5 检测时应拍摄被检部位的可见光照片和对应的红外热像图。同一部位的红外热像图不应少于 2 张。应用图说明受检部位的红外热像图在建筑中的位置。红外热像图上应标明参照温度的位置，并应随红外热像图一起提供参照温度的数据。

5.4.6 检测时拍摄应选择目标物表面拍到最少反射物的角度，拍摄角度（红外热像仪观察方向与被测物体辐射表面法线方向的夹角）不宜超过 45°。当拍摄仰角大于 45°时，需对红外热图像的温度场和温度梯度修正。当拍摄水平倾角大于 30°时，需对红外热图像的视角修正。

5.4.7 现场检测结束后应对外围护结构表面各热工缺陷进行面积计算，并按照表 1 进行定量或定性评定。

表 1 外围护结构表面各热工缺陷评定

项目	缺陷评定等级		
	无明显缺陷	一般缺陷	严重缺陷
外围护结构 热工缺陷	最大缺陷面积小于等于 100mm×100mm 或相等面积	最大缺陷面积大于 100mm×100mm，小于等于 300mm×300mm 或相等面积	最大缺陷面积大于 300mm×300mm 或相等面 积，显著影响使用功能

注：与主体区域平均温度温差大于 1℃的部位为缺陷部位。

5.4.8 热像图中的异常部位，宜通过将实测热像图与受检部分的预期温度分布进行比较确定。

5.4.9 当外围护结构受检外表面无明显缺陷或一般缺陷区域与主体区域面积的比值小于 20%且不存在

严重缺陷，应判为合格，否则应判为不合格。

5.5 热桥部位内表面温度检测

5.5.1 热桥部位内表面温度检测宜采用热电偶等温度传感器进行检测。

5.5.2 检测热桥部位内表面温度时，内表面温度测点应选在热桥部位温度最低处，具体位置可采用红外热像仪确定。室内空气温度检测点应避开冷热源并安装防辐射罩，宜在房间中央靠近层高 1/2 处均匀布置不少于 2 个；室外空气温度的检测应按本标准附录 C 的规定进行。

5.5.3 内表面温度传感器连同 100mm 长引线应与受检表面紧密接触，传感器表面的辐射系数应与受检表面基本相同。

5.5.4 热桥部位内表面温度检测应在室内采暖系统正常运行后进行，检测时间应为冬季，宜选在最冷月，且应避开气温剧烈变化的天气。检测持续时间不应少于 72h，检测数据应逐时记录。

5.5.5 室内外计算温度条件下热桥部位内表面温度应按式（2）计算：

$$\theta_l = t_{di} - \frac{t_{rm} - \theta_{lm}}{t_{rm} - t_{em}}(t_{di} - t_{de}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

θ_l ——室内外计算温度条件下热桥部位内表面温度(°C)；

t_{rm} ——受检房间的室内平均温度(°C)；

θ_{lm} ——检测持续时间内热桥部位内表面温度逐时值的算术平均值(°C)；

t_{em} ——检测持续时间内室外空气温度逐时值的算术平均值(°C)；

t_{di} ——冬季室内计算温度(°C)，应根据具体设计图纸确定或按国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 中第 3.3.1 条的规定取值，采暖房间取 18°C，非采暖房间取 12°C；

t_{de} ——冬季室外计算温度(°C)，应根据具体设计图纸确定或按国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 中第 3.2.2 条的规定采用。

5.5.6 在室内外计算温度条件下，所测围护结构热桥部位的内表面温度不低于室内空气相对湿度 60% 条件下的室内空气露点温度，应判为合格，否则应判为不合格。

6 透明围护结构热工性能检测

6.1 一般规定

6.1.1 透明围护结构热工性能检测应包括外窗、透明幕墙、采光顶与遮阳设施相关的性能检测。

6.1.2 外窗、透明幕墙、采光顶热工性能检测应采用现场检测与计算相结合的方式；当现场检测条件无法满足检测要求时，也可采用同条件试样法进行检测。

6.1.3 遮阳设施的结构尺寸、安装装置、安装角度、遮阳装置的转动或活动范围应进行现场检测；遮阳性能、柔性遮阳材料的太阳光反射比和太阳光直接透射比可现场抽样至实验室进行检测。

6.1.4 玻璃热工性能现场检测的参数应包括露点、可见光透射比、遮阳性能和传热系数。

6.2 外窗、透明幕墙及采光顶热工性能检测与计算核验

6.2.1 外窗、透明幕墙及采光顶热工性能检测应符合下列规定：

- a) 每种类型、每种构造均应检测；
- b) 外窗、透明幕墙及采光顶的构造及相关尺寸应根据竣工图和现场测量复核确认；当无竣工图时可抽样剖开测量并绘制典型构造图；
- c) 外窗、透明幕墙及采光顶面板（含相关玻璃、保温材料和金属材料等）应对照设计文件及施工文件等，对相关尺寸和典型节点构造进行检测，并从工程所用材料中抽取试样，按照现行国家相关标准规定的方法，在现场或实验室进行传热系数（或材料导热系数）及光学性能等参数的检测。

6.2.2 外窗、透明幕墙、采光顶传热系数、遮阳性能等参数应根据典型结构构造及相关材料性能的现场或实验室检测结果，按照《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定计算确定，幕墙或采光顶整体热工性能应采用加权平均的方法计算。

6.2.3 当所检外窗、透明幕墙及采光顶的传热系数、遮阳性能满足设计要求时，应判为合格。符合国家及江苏省现行有关标准的规定但未达到设计要求时，若检测值与设计值之间偏差满足表 2 要求，也可判为合格。

表 2 门窗、幕墙光学热工性能检测值与设计值之间的允许偏差

序号	参数名称	参数偏差
1	遮阳系数或太阳得热系数	≤0.05
2	传热系数	≤10%（相对值）

6.3 遮阳设施的遮阳性能检测

6.3.1 固定式外遮阳设施遮阳性能的检测内容应包括：结构尺寸、安装位置和安装角度。活动式外遮阳设施遮阳性能的检测内容应包括：结构尺寸、安装位置、安装角度、遮阳装置的转动或活动范围、遮阳系数（或太阳得热系数）以及柔性遮阳材料的光学性能。柔性遮阳材料的光学性能检测应包括太阳光反射比和太阳光直接透射比。

6.3.2 结构尺寸、安装位置、安装角度、遮阳装置的转动或活动范围等检测宜采用分辨力不大于 0.5mm、角度尺不大于 0.5° 的长度尺。活动式外遮阳装置转动或活动范围的检测应在完成 5 次以上的全程调整后进行检测。

6.3.3 活动式外遮阳装置的遮阳性能和柔性遮阳材料光学性能的检测，宜在现场抽样并送至实验室检测，当工程现场不具备现场抽样条件时，可采用同条件试样法进行检测：

- a) 活动式外遮阳装置的遮阳性能应采用相关标准规定的方法进行检测；
- b) 柔性遮阳材料的光学性能应按《建筑玻璃可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》GB/T 2680 等标准进行检测。

6.3.4 当所检遮阳设施的遮阳性能满足设计要求时，应判为合格，否则应判为不合格。

6.4 玻璃热工性能现场检测

6.4.1 玻璃热工性能现场检测应符合下列规定：

- a) 同一工程，每个厂家、每种构造、每种膜号的玻璃均应检测；
- b) 检测现场的环境温度、湿度应满足检测仪器的运行工作条件要求；
- c) 检测仪器应符合附录 A 的规定，检测前宜进行仪器核验；

- d) 检测时，应避免阳光直射被测区域；
 - e) 被测区域表面应干净整洁、无明显划痕；
- 6.4.2 玻璃热工性能计算方法应符合现行国家标准《建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法》GB/T 36261 的规定。
- 6.4.3 玻璃系统膜面位置及其半球辐射率的检测应按下列方法进行检测：
- a) 取不少于 3 个检测点检测，且检测点距离玻璃边部不应小于 100mm。
 - b) 玻璃膜面辐射率检测值应取各检测点检测结果的算术平均值。
- 6.4.4 中空玻璃惰性气体含量检测应按下列步骤进行：
- a) 分别均匀选取试样两侧距离边部 100mm 处 5 个检测点（如图 1）；
 - b) 分别检测 10 处检测点的惰性气体含量；
 - c) 取各检测点检测结果的算术平均值作为惰性气体含量的检测值。

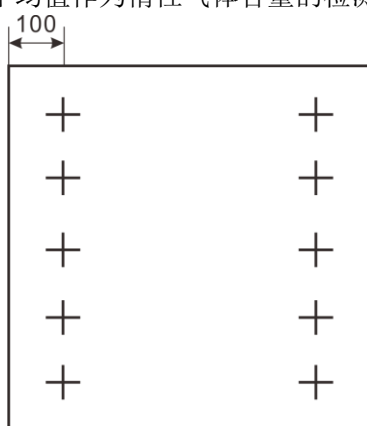


图 1 中空腔惰性气体含量测量位置示意图

- 6.4.5 玻璃热工性能现场检测应按下列步骤进行：
- 1 选取被测样品中心点作为光谱透反射比的测量区域，清洁被测区域；
 - 2 将测量获得的各层玻璃厚度、各层气体间隔层厚度、膜面位置、膜面辐射率、惰性气体含量等信息输入光热参数检测软件中；
 - 3 将仪器的检测探头分别置于被测玻璃两侧（如图 2），依次进行光谱透射比、室外侧光谱反射比和室内侧光谱反射比检测；
 - 4 采用仪器检测软件进行检测数据采集，并按《建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法》GB/T 36261 进行计算，记录和输出检测结果，检测结果应包括可见光透射比、遮阳系数或太阳得热系数、传热系数。

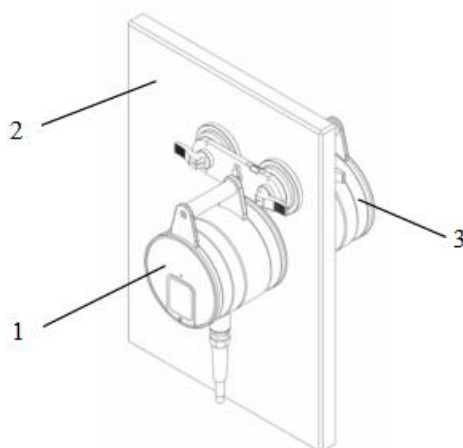


图2 透反射检测示意图

1——反射检测探头；2——被测玻璃；3——透射检测探头。

6.4.6 对于镀膜面超过两个的镀膜中空玻璃、真空玻璃，热工参数可按下列方法进行检测：

- a) 对于能提供与被测玻璃具有相同构造和性能的小块样品的情况，可先按现行国家标准《建筑节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法》GB/T 36261 附录 A 的规定进行小块样品与被测玻璃制成品的一致性验证，验证通过后，再将小样拆解成单片，采用现场仪器或实验室仪器对各层单片玻璃进行检测，并按《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定进行计算。
- b) 对于不能提供与被测玻璃具有相同构造和性能的小块样品的情况，可对被测玻璃拆卸，并对各层单片玻璃进行检测，并按《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定进行计算。

6.4.7 当所检玻璃的可见光透射比、太阳得热系数或遮阳系数、传热系数满足设计要求时，应判为合格。符合国家及江苏省现行有关标准的规定但未达到设计要求时，若检测值与设计值之间偏差满足表 3 要求，也可判为合格。

表3 玻璃热工性能检测值与设计值之间的允许偏差

序号	参数名称	参数偏差
1	可见光透射比	≤3%
2	遮阳系数或太阳得热系数	≤0.03
3	传热系数	10%（相对值）

6.5 中空玻璃露点现场检测

6.5.1 中空玻璃露点现场检测应符合以下规定：

- a) 同厂家、同规格中空玻璃抽取 10 块样品；
- b) 当样品为三玻两腔中空玻璃时，室内、室外气体层空腔均应检测；
- c) 现场检测应在环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 30%~70%的条件下进行。

6.5.2 露点仪测量范围为 $-80^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ ，精度为 1°C 。

6.5.3 露点现场检测应按下列步骤进行：

- a) 调节露点仪温度，使其容器温度冷却到 $-40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 并在试验中保持该温度不变；

- b) 用乙醇或丙酮擦拭玻璃被测区域，露点仪与该表面紧密接触，停留时间应符合表 4 的规定。

表 4 不同原片玻璃厚度露点仪接触的时间

原片玻璃厚度 (mm)	接触时间 (min)
≤4	3
5	4
6	5
8	6
≥10	8

- c) 移开露点仪，立刻观察玻璃样品的内表面上有无结露或结霜。

6.5.4 当所检 10 块样品内部均不出现结露或结霜时，可判为合格，否则应判为不合格。

7 气密性检测

7.1 一般规定

7.1.1 建筑外围护结构现场气密性能检测包括外窗、有开启窗的透明幕墙气密性能检测及建筑整体气密性检测。

7.1.2 透明幕墙的气密性检测宜采用现场检测的方法进行，当现场条件无法满足时，可采用实验室方法进行。

7.2 外窗及透明幕墙的现场气密性检测

7.2.1 外窗及透明幕墙的现场气密性能检测应按《建筑外窗气密、水密、抗风压性能现场检测方法》JG/T 211 的规定进行，并符合下列规定：

- 外窗及透明幕墙几何中心高度处室外瞬时风速不大于 3.3m/s。
- 室内外空气温度、室外风速和大气压力等环境参数应同步进行检测。
- 检测前，应对受检外窗及透明幕墙四周充分密封，并对检测系统的附加渗透量进行一次现场标定。标定用外窗（透明幕墙）应为受检外窗（透明幕墙）或与其构造相同的外窗（透明幕墙）。附加渗透量不应大于受检窗空气渗透量的 20%。
- 检测设备要求应符合附录 A 的规定。

7.2.2 当所检外窗单位缝长空气渗透量检测值不大于 $1.5\text{m}^3/(\text{m h})$ ，单位面积空气渗透量检测值不大于 $4.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{h})$ ，且符合设计要求时，应判为合格，否则应判为不合格。当所检透明幕墙单位缝长空气渗透量检测值不大于 $1.5\text{m}^3/(\text{m h})$ ，单位面积空气渗透量检测值不大于 $1.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{h})$ ，且符合设计要求时，应判为合格，否则应判为不合格。

7.3 建筑整体气密性检测

7.3.1 建筑整体气密性检测应采用压差法，检测应在 50Pa 和 -50Pa 压差下测量建筑物换气量，通过换气次数表征建筑整体气密性能。

7.3.2 采用压差法检测时，应采用红外热成像法或示踪气体法进行建筑物渗漏源的排查。

7.3.3 现场检测条件应符合下列规定：

- 待测建筑应已经正常使用或新建建筑装饰工程已完工；
- 检测前应测量室外空气压力、室内空气压力，且室内外压差不应大于 5Pa；

- c) 室外风速不应大于 3 m/s, 待测建筑室内外温差乘以建筑空间高度(或建筑部分空间高度), 不宜大于 250 m·K;
- d) 检测前外围护结构上门窗应完全关闭, 检测区域内房门应全部开启, 并使用非透气性布基胶带封堵室内外联通的所有开孔, 如自然风口、机械风口、排风口及为进行水封的排污口等。
- e) 检测设备应符合附录 A 的规定。
- 7.3.4 建筑整体气密性的检测应按下列步骤进行:
- a) 将调速风机密封安装在房间的外门框中;
- b) 利用红外热成像或示踪气体法排查建筑物渗漏源;
- c) 封堵地漏、风口等非围护结构渗漏源;
- d) 启动风机, 使建筑物内外形成稳定压差;
- e) 建筑整体气密性检测前, 首先进行预检测。将室内外压差调到 50Pa 以上, 检查建筑围护结构密封情况, 包括与外界连通的门窗、管道、换气扇、空调、给排水设施等设备, 如有密封缺陷, 应重新密封;
- f) 测量建筑物的内外压差, 当建筑物内外压差稳定在 50Pa 或 -50Pa 时, 测量并记录空气流量, 同时记录室内外空气温度、室外大气压。
- 7.3.5 建筑外围护结构整体气密性能的检测值的处理应符合下列规定:
- 1 换气次数应按式 (3)、(4) 计算:

$$N_{50}^{+} = L_{50}^{+} / V \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$N_{50}^{-} = L_{50}^{-} / V \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

N_{50}^{+} 、 N_{50}^{-} ——50Pa、-50 Pa 压差下房间的换气次数 (h^{-1});

L_{50}^{+} 、 L_{50}^{-} ——室内外压差为 50Pa、-50 Pa 下空气流量的平均值 (m^3/h);

V ——被测房间换气体积 (m^3)。

- 2 房间换气次数应按式 (5) 计算:

$$N_{50} = (N_{50}^{+} + N_{50}^{-}) / 2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

N_{50} ——室内外压差为 50Pa 条件下, 被测房间或建筑的换气次数 (h^{-1})。

- 7.3.6 建筑整体气密性检测应以整栋建筑的典型户型或单元为检测对象。

- a) 当以户为对象进行气密性能检测时(宜选择边户), 检测户数不应少于整栋建筑户数的 2%, 且至少应包括顶层、中间层和底层的典型户型各 1 户; 取检测结果最差的户代表整个建筑的气密性水平;
- b) 当以单元为对象进行气密性能检测时, 检测单元不应少于整栋建筑单元数的 10%, 且不应少于 1 个单元。当检测单元多于 1 个时, 取检测结果最差的单元代表整个建筑的气密性水平。

- 7.3.7 当建筑整体气密性满足设计要求时, 应判为合格, 否则判定为不合格。

附录 A

检测仪器要求

A.1 温度传感器

A.1.1 按本标准进行检测时，使用的热电偶性能应符合表 A.1.1 的要求，使用的铂电阻性能应符合《气象用铂电阻温度传感器》QX/T 24 的规定。

表 A.1.1 热电偶性能要求

测量的目标参数	测头的不确定度 (°C)	二次仪表		总的不确定度
		功能	精度 (K)	
空气温度	≤0.3			≤3%
表面温度		应具有自动采集和存储数据功能,并可和计算机相通讯	0.3	

A.1.2 温度传感器应按规定进行检定，2 次检定之间应进行期间核查。

A.2 热流计

A.2.1 按本标准进行检测时，使用的热流计应符合现行行业标准《建筑用热流计》JG / T 3016 的要求，性能应符合表 A.2.1 的要求：

表 A.2.1 热流计性能要求

测量的目标参数	测头的不确定度 (W/m ²)	二次仪表		总的不确定度
		功能	精度 (级)	
热流	≤0.5			≤5.0%
		应具有自动采集和存储数据功能,并可和计算机相通讯	0.1	

A.2.2 热流计应定期进行标定，标定周期不应大于 2 年，2 次标定之间应进行期间核查，2 次标定变化大于 2%时应进行校正。

A.3 天空辐射计

A.3.1 按本标准进行检测时，使用的天空辐射计性能应符合表 A.3.1 规定：

表 A.3.1 天空辐射计性能要求

测量的目标参数	测头的不确定度 (W/m ²)	二次仪表		总的不确定度
		功能	精度 (级)	
太阳辐射	≤20	应具有自动采集和存储数据功能,并可和计算机相通讯	0.1	≤5.0%

A.4 风速仪

A.4.1 按本标准进行检测时, 使用的风速仪性能应符合表 A.4.1 规定:

表 A.4.1 风速仪性能要求

测量的目标参数	测头的不确定度 (m/s)	二次仪表		总的不确定度
		功能	精度 (级)	
风速	≤0.2	应具有自动采集和存储数据功能,并可和计算机相通讯	0.1	≤5.0%

A.5 湿度计

A.5.1 按本标准进行检测时, 使用的湿度计性能应符合表 A.5.1 规定:

表 A.5.1 湿度计性能要求

测量的目标参数	测头的不确定度 (%)	二次仪表		总的不确定度
		功能	精度 (级)	
湿度	≤5	应具有自动采集和存储数据功能,并可和计算机相通讯	0.1	≤5.0%

A.6 热箱仪

A.6.1 热箱仪开口面积不应小于 1.2m², 单边不应小于 1m, 进深不应小于 220mm。

A.6.2 热箱仪外壁热阻值应大于 1.0 m² K/W; 加热功率不应小于 120W, 控制箱功率计量误差不应大于量程的 0.5%, 温度控制精度不应大于 ±0.3K。

A.6.3 热箱仪应定期进行热箱系数标定, 标定周期应为 1 年。

A.7 环境箱

A.7.1 热流计法用环境箱的开口面积不应小于 1.44m², 热箱法用环境箱的开口面积不应小于 2.88m², 环

境箱进深不应小于 220mm。

A.7.2 环境箱外壁热阻值应大于 $1.0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ ；加热功率不应小于 120W，制冷功率不应小于 500W，环境箱内温度波动范围应为 $\pm 1\text{K}$ 。

A.7.3 环境箱内加热器应采取措施避免对构件产生辐射传热影响。

A.8 红外热像仪

A.8.1 红外热像仪的技术参数应满足以下要求：

- 适用波长范围为 $8.0 \sim 14.0 \mu\text{m}$ ；
- 空间分辨率不大于 $1.5 \times 10^{-3} \text{ rad}$ ；
- 温度分辨率不大于 0.08°C ；
- 准确度为 $\pm 2\%$ 及 $\pm 2^\circ\text{C}$ 的大值；
- 像素不应少于 320×240 。
- 测温范围为 $-20^\circ\text{C} \sim +100^\circ\text{C}$ ；
- 测温差一致性不应超过 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ；
- 连续稳定工作时间不小于 120min。

A.9 玻璃热工性能检测仪

A.9.1 玻璃热工性能检测仪器各参数的最大允许误差应符合表 A.9.1 的规定。

表 A.9.1 检测仪器各参数最大允许误差

序号	参数名称	最大允许误差
1	可见光透射比	$\pm 1.5\%$
2	可见光反射比	$\pm 1.5\%$
3	太阳能总透射比或遮阳系数	± 0.02
5	单片玻璃厚度及气体间隔层厚度	$\pm 0.2\text{mm}$
6	玻璃系统构造总厚度	$\pm 0.5\text{mm}$
7	玻璃镀膜面半球辐射率	± 0.02
8	中空玻璃惰性气体含量	$\pm 3.5\%$

A.10 外窗及透明幕墙气密性检测设备

A.10.1 差压计、大气压力表、环境温度检测仪、室外风速计的不确定度分别应不大于 2.5Pa、200Pa、 1°C 、 0.25m/s 。

A.10.2 空气流量测量装置的不确定度应不大于测量值的 13%，量具的分辨力应不大于 0.5mm。

A.11 建筑整体气密性检测设备

A.11.1 风量测量仪测量范围 $0 \sim 7000 \text{ m}^3/\text{h}$ ，最大允许误差 5%。压力测量仪测量范围 $0 \sim 100\text{Pa}$ ，最大允许误差 $\pm 2\text{Pa}$ ；

A.11.2 鼓风机支架系统的宽度应不小于 1.5m，高度应不小于 2.5m；

A.11.3 现场温度检测仪温度精确度应不大于 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ，分辨率应不大于 0.1°C 。

附录 B

非透明围护结构传热阻和传热系数的计算

B.0.1 各种非透明围护结构的构件传热阻可按表 B.0.1 的方法进行计算。

表 B.0.1 各种非透明围护结构构件传热阻计算方法

构件		传热阻 R_0 ($\text{m}^2 \text{K/W}$)	内表面换热阻 R_i ($\text{m}^2 \text{K/W}$)	外表面换热阻 R_e ($\text{m}^2 \text{K/W}$)	热阻 R ($\text{m}^2 \text{K/W}$)	备注
屋面		$R_i+1.15R+R_e$	0.11	0.04	实测	Ri、Re 按《民用建筑热工设计规范》GB50176 取值。本表值为一般取值。
外墙	外保温	$R_i+1.15R+R_e$	0.11	0.04	实测	
	自保温	$R_i+1.25R+R_e$	0.11	0.04	实测	
热桥		$R_i+1.15R+R_e$	0.11	0.04	实测或计算	
分户墙		$R_i+1.10R+R_i$	0.11	—	实测或计算	
分户楼板		$R_i+1.10R+R_i$	0.11	—	实测或计算	
底层通风楼板		$R_i+1.10R+R_e$	0.11	0.06	实测或计算	
地下室顶板	有窗不采暖地下室	$R_i+1.10R+R_e$	0.11	0.08	实测或计算	
	无窗不采暖地下室	$R_i+1.10R+R_e$	0.11	0.17	实测或计算	

注： R_i ——内表面换热阻； R_e ——外表面换热阻

B.0.2 各种非透明围护结构的构件传热系数可按式 (6) 方法计算：

$$K = 1 / R_0 \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中：

K ——围护结构主体部位传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})$]

附录 C 室外气象参数检测方法

C.1 一般规定

C.1.1 室外气象参数测点的布置位置、数量、数据记录时间间隔应满足本附录的规定，检测起止时间应满足室内有关参数的检测需要。

C.1.2 需要同时检测室外空气温度、室外风速、太阳辐射照度等参数时，宜采用自动气象站。

C.1.3 室外气象参数检测仪的测量范围应满足测量地点气象条件的要求。

C.2 室外空气温度

C.2.1 室外空气温度的检测，宜采用温度自动检测仪逐时检测和记录。

C.2.2 室外空气温度传感器应设置在外表面为白色的百叶箱内，百叶箱应放置在距离建筑物（5~10）m 范围内；当无百叶箱时，室外空气温度传感器应设置防辐射罩，安装位置距外墙外表面宜大于 200mm，且宜在建筑物 2 个不同方向同时设置测点。超过 10 层的建筑宜在屋顶加设（1~2）个测点。温度传感器距离地面高度宜在（1500~2000）mm 的范围内，且应避免阳光直射和室外固有冷热源的影响。温度传感器的环境适应时间不应少于 30min。

C.2.3 室外空气温度逐时值应取所有测点相应时刻检测结果的平均值。

C.3 室外风速

C.3.1 室外风速宜采用旋杯式风速计或其他风速计逐时检测和记录。

C.3.2 室外风速测点应布置在距离建筑物（5~10）m 范围内；距离地面高度（1500~2000）mm 的范围内。当工作高度和室外风速测点位置高度不一致时，应按式（7）进行修正：

$$V = V_0 \left[0.85 + 0.0653 \left(\frac{H}{H_0} \right) - 0.007 \left(\frac{H}{H_0} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (7)$$

式中：V——工作高度（H）处的室外风速（m/s）；

V_0 ——室外风速测点布置高度（ H_0 ）处的室外风速（m/s）；

H——工作高度（m）；

H_0 ——室外风速测点布置高度（m）。

C.3.3 当使用热电风速仪检测时，测点上的小红点应迎风向。

C.4 太阳辐射照度

C.4.1 水平面太阳辐射照度应采用天空辐射表逐时检测盒记录。在日照时间内，应根据需要在当地太阳时正点进行检测。

C.4.2 水平面太阳辐射照度的检测场地应选择在具有显著倾斜的平坦地方，东、南、西三面及北回归线以南的检测地点的北面离开障碍物的距离，宜为障碍物高度的 10 倍以上。在检测场地范围内，应避免有吸收或反射能力较强的材料存在。

C.4.3 天空辐射表的时间常数应小于 5s，分辨率和非线性误差应小于 1%。

C.4.4 天空辐射表的玻璃罩壳应保持清洁及干燥，引线柱应避免太阳光的直射，天空辐射表的环境适应时间不应少于 30min。

地方标准信息服务平台