

江苏省地方标准

DB32

J 10779—2021

DB32/T 4107—2021

**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**

2021-09-16 发布

2022-03-01 实施

**江苏省住房和城乡建设厅
江苏省市场监督管理局**

联合发布

WWW.ZYLJC.CN

江苏省地方标准

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

DB32/T 4107—2021

主编单位：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
批准部门：江苏省住房和城乡建设厅
江苏省市场监督管理局
实施日期：2022年3月1日

江苏凤凰科学技术出版社

2022 南京

江苏省地方标准

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

DB32/T 4107—2021

主 编 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

责任编辑 宋 平 刘屹立

出版发行 江苏凤凰科学技术出版社

出版社地址 南京市湖南路1号A楼，邮编：210009

出版社网址 <http://www.pspress.cn>

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 南京碧峰印务有限公司

开 本 850 mm×1168 mm 1/32

印 张 2.125

字 数 56000

版 次 2022年2月第1版

印 次 2022年2月第1次印刷

统一书号 155713·63

定 价 28.00元

图书如有印装质量问题，可随时寄印刷厂调换。

前 言

为了进一步贯彻建筑节能法律法规及相关政策，加强节能建筑的工程质量监督，检测节能建筑的实际效果，根据《省住房城乡建设厅关于印发〈2014年度江苏省工程建设标准和标准设计编制、修订计划〉的通知》（苏建科〔2014〕256号）的要求，编制组广泛调研了民用建筑节能工程热工性能检测的相关技术资料，参考了国际和国家、地方现行标准，认真总结了建筑节能的检测实践经验，修订了本标准。

本标准于2021年9月16日经主管部门批准发布，自2022年3月1日起实施，并替代《民用建筑节能工程现场热工性能检测标准》DGJ32/J 23—2006。

本标准共6章，主要技术内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 非透明围护结构热工性能检测；5 透明围护结构热工性能检测；6 气密性检测；附录A～附录C。

修订内容主要包括：一是增加了楼板传热系数、含封闭空气间层非透明围护结构传热系数、热桥部位内表面温度的检测要求；二是增加了传热系数热箱法检测的相关内容；三是增加了透明围护结构热工性能检测的相关内容；四是增加了建筑整体气密性检测的相关内容；五是修改了原标准的部分技术内容和要求。

本标准由江苏省住房和城乡建设厅负责管理，由江苏省建筑科学研究院有限公司（地址：南京市北京西路12号；邮政编码：210008）负责具体技术内容的解释。各单位在执行过程中若有修改意见或建议，请反馈至江苏省工程建设标准站（地址：南京市江东北路287号银城广场B座4楼；邮政编码：210036）。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 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

参编单位：苏州市建设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

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

主要审查人：龚延风 张云龙 赵建华 王洪涛 陶敬武

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	基本规定	5
4	非透明围护结构热工性能检测	7
4.1	一般规定	7
4.2	传热系数检测	7
4.3	隔热性能检测	12
4.4	外围护结构热工缺陷检测	13
4.5	热桥部位内表面温度检测	15
5	透明围护结构热工性能检测	17
5.1	一般规定	17
5.2	外窗、透明幕墙及采光顶热工性能检测与计算 核验	17
5.3	遮阳设施遮阳性能检测	18
5.4	玻璃热工性能现场检测	19
5.5	中空玻璃露点现场检测	22
6	气密性检测	23
6.1	一般规定	23
6.2	外窗及透明幕墙现场气密性检测	23
6.3	建筑整体气密性检测	24
附录 A	检测仪器要求	26
附录 B	非透明围护结构传热阻和传热系数计算	31
附录 C	室外气象参数检测方法	32

本标准用词说明	34
引用标准名录	35
条文说明	37

1 总则	1
2 术语和符号	2
3 基本规定	3
4 材料	4
5 构造要求	5
6 设计计算	6
7 施工	7
8 验收	8
9 附录	9
10 本标准用词说明	10
11 引用标准名录	11
12 条文说明	12
13 附录	13
14 附录	14
15 附录	15
16 附录	16
17 附录	17
18 附录	18
19 附录	19
20 附录	20
21 附录	21
22 附录	22
23 附录	23
24 附录	24
25 附录	25
26 附录	26
27 附录	27
28 附录	28
29 附录	29
30 附录	30
31 附录	31
32 附录	32
33 附录	33
34 附录	34
35 附录	35
36 附录	36
37 附录	37
38 附录	38
39 附录	39
40 附录	40
41 附录	41
42 附录	42
43 附录	43
44 附录	44
45 附录	45
46 附录	46
47 附录	47
48 附录	48
49 附录	49
50 附录	50
51 附录	51
52 附录	52
53 附录	53
54 附录	54
55 附录	55
56 附录	56
57 附录	57
58 附录	58
59 附录	59
60 附录	60
61 附录	61
62 附录	62
63 附录	63
64 附录	64
65 附录	65
66 附录	66
67 附录	67
68 附录	68
69 附录	69
70 附录	70
71 附录	71
72 附录	72
73 附录	73
74 附录	74
75 附录	75
76 附录	76
77 附录	77
78 附录	78
79 附录	79
80 附录	80
81 附录	81
82 附录	82
83 附录	83
84 附录	84
85 附录	85
86 附录	86
87 附录	87
88 附录	88
89 附录	89
90 附录	90
91 附录	91
92 附录	92
93 附录	93
94 附录	94
95 附录	95
96 附录	96
97 附录	97
98 附录	98
99 附录	99
100 附录	100

1 总 则

1.0.1 为了检验民用建筑节能工程的质量，规范民用建筑节能工程热工性能现场检测方法，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于江苏省新建、扩建、改建的民用建筑节能工程围护结构热工性能现场检测。既有建筑节能改造工程的检测可参照执行。

1.0.3 民用建筑节能工程围护结构热工性能现场检测除应符合本标准外，尚应符合国家和江苏省现行相关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 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。

2.1.2 非透明围护结构 non-transparent envelope

建筑物外墙、屋面、非透明幕墙等非透光外围护结构。

2.1.3 透明围护结构 transparent envelope

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內的建筑物外围护结构。

2.1.4 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內的屋顶。

2.1.5 遮阳设施 shading device

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。

2.1.6 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传热阻或传热系数的检测方法。

2.1.7 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。

2.1.8 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。

2.1.9 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。

2.1.10 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。

2.1.11 封闭空气间层 air space insulation

封闭在围护结构中的空气层。

2.1.12 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,按相同工艺、相同条件的方法,在实验室制作的能够反映工程实体热工性能的试样。

2.1.13 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。

2.1.14 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。

2.1.15 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。

2.1.16 轻质构件 light elements

热惰性指标小于等于 2.5 的构件。

2.1.17 重质构件 heavier elements

热惰性指标大于 2.5 的构件。

2.1.18 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”。

2.1.19 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。

2.2 符 号

R_0 ——围护结构（主体部位）传热阻；

R_i ——内表面换热阻；

R_e ——外表面换热阻；

K ——围护结构（主体部位）传热系数；

R ——围护结构（主体部位）的热阻；

q_j ——围护结构主体部位热流密度的第 j 次测量值；

θ_{ij} ——围护结构主体部位内表面温度的第 j 次测量值；

θ_{Ej} ——围护结构主体部位外表面温度的第 j 次测量值；

θ_1 ——室内外计算温度条件下热桥部位内表面温度；

θ_{lm} ——检测持续时间内热桥部位内表面逐时温度值的算术平均值；

t_{rm} ——受检房间的室内平均温度；

t_{em} ——检测持续时间内室外空气逐时温度值的算术平均值；

t_{di} ——冬季室内计算温度；

t_{de} ——围护结构冬季室外计算温度；

N_{50}^+ ——50Pa 压差下房间的换气次数；

N_{50}^- ——-50Pa 压差下房间的换气次数；

L_{50}^+ ——室内外压差为 50Pa 下空气流量的平均值；

L_{50}^- ——室内外压差为 -50Pa 下空气流量的平均值；

V ——被测房间换气体积。

3 基本规定

3.0.1 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。

3.0.2 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。

3.0.3 围护结构热工性能现场检测应按《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。

3.0.4 热工性能的合格指标和判定方法应符合相关标准的规定。

3.0.5 热工性能现场检测前，委托方宜提供下列技术文件：

1 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。

2 工程竣工图纸和相关技术文件。

3 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。

4 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。

5 与本条第 4 款有关的隐蔽工程施工质量的中间验收报告。

6 其他必要的技术文件。

3.0.6 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。

3.0.7 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 附录 A 的规定进行核查和标定。

3.0.8 从事热工性能现场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。

4 非透明围护结构热工性能检测

4.1 一般规定

4.1.1 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。

4.1.2 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。

4.1.3 外围护结构热工缺陷检测宜采用红外热成像法进行。

4.1.4 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。

4.2 传热系数检测

4.2.1 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。

4.2.2 当传热系数检测不满足本标准第4.2.1条规定的时间时，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。

4.2.3 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

4.2.4 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。

4.2.5 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。

4.2.6 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。

4.2.7 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。

4.2.8 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 $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ 。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。

4.2.9 热流计和温度传感器的安装应符合下列规定:

1 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。

2 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。

4.2.10 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。

4.2.11 热流密度和表面温度检测值应符合下列规定:

1 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 $0.01\text{W}/\text{m}^2$,温度应精确至 0.01K 。

2 应剔除记录数据中偏差超过算术平均值 15% 的数据;若该组记录数据中偏差小于算术平均值 15% 的数据少于 2 个,则该组数据无效。

3 应取有效算术平均值为该时刻检测值。

4.2.12 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 $\pm 5\%$ 时,可结束检测。

4.2.13 对外围护重质构件,检测结束应同时满足下列条件:

1 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。

2 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%。

3 检测期间内第一个 $\text{INT}(2 \times DT/3)$ 天数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。

4.2.14 当采用算术平均法进行数据分析时,对外围护结构,应按下式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,可参照下式将构件两侧分别当作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:

$$R = \frac{\sum_{j=1}^n (\theta_{Ij} - \theta_{Ej})}{\sum_{j=1}^n q_j} \quad (4.2.14)$$

式中: R ——围护结构主体部位的热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$);

θ_{Ij} ——围护结构主体部位内表面温度的第 j 次测量值 ($^{\circ}\text{C}$);

θ_{Ej} ——围护结构主体部位外表面温度的第 j 次测量值 ($^{\circ}\text{C}$);

q_j ——围护结构主体部位热流密度的第 j 次测量值 (W/m^2)。

4.2.15 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。

4.2.16 检测数据的修正应符合下列规定:

1 采用算术平均法进行数据分析时,对于热阻值大于 $1.0\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 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。

2 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。

4.2.17 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。

4.2.18 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 附录 B 第 B.3 节进行取值。

4.2.19 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

4.2.20 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。

4.2.21 检测前应使用红外热像仪对检测区域进行预选，并避开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。

4.2.22 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。

4.2.23 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。

4.2.24 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。

4.2.25 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。

4.2.26 传热系数检测合格指标与判定同本标准第 4.2.19 条的规定。

4.3 隔热性能检测

4.3.1 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。

4.3.2 检测期间室外气候条件应符合下列规定:

- 1 检测开始前两天应为晴天或少云天气。
- 2 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%。
- 3 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 。
- 4 检测日工作高度处的室外风速不应超过 5.4m/s 。

4.3.3 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。

4.3.4 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。

4.3.5 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 1 点应布置在接近检测面中央的位置。

4.3.6 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。

4.3.7 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。

4.4 外围护结构热工缺陷检测

4.4.1 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。

4.4.2 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。

4.4.3 检测前及检测期间，环境条件应符合下列规定：

1 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于 5K。

2 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。

3 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。

4 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。

5 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℃。

4.4.4 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。

4.4.5 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。

4.4.6 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进行修正。当拍摄水平倾角大于 30° 时，需对红外热图像的视角进行修正。

4.4.7 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 4.4.7 进行定量评定或定性评定。

表 4.4.7 外围护结构表面各热工缺陷评定

无明显缺陷	一般缺陷	严重缺陷
最大缺陷面积小于等于 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 或相等面积	最大缺陷面积大于 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，且小于等于 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 或相等面积	最大缺陷面积大于 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 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 1K 的部位为缺陷部位。

4.4.8 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。

4.4.9 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。

4.5 热桥部位内表面温度检测

4.5.1 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。

4.5.2 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。

4.5.3 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。

4.5.4 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。

4.5.5 室内外计算温度条件下热桥部位内表面温度应按下式计算:

$$\theta_1 = t_{di} - \frac{t_{rm} - \theta_{lm}}{t_{rm} - t_{em}}(t_{di} - t_{de}) \quad (4.7.5)$$

式中: θ_1 ——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《民用建筑热工设计规范》GB 50176—2016

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 ($^{\circ}\text{C}$),应根据具体设计图纸确定或按《民用建筑热工设计规范》GB 50176—2016 第 3.2.2 条的规定采用。

4.5.6 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。

5 透明围护结构热工性能检测

5.1 一般规定

5.1.1 透明围护结构热工性能检测应包括外窗、透明幕墙、采光顶和遮阳设施的性能检测。

5.1.2 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。

5.1.3 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。

5.1.4 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。

5.2 外窗、透明幕墙及采光顶热工性能检测与计算核验

5.2.1 外窗、透明幕墙及采光顶热工性能检测应符合下列规定：

1 每种类型、每种构造均应检测。

2 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。

3 外窗、透明幕墙及采光顶（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，从工程典型节点构造所用材料中抽取试样，按照国家现行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。

5.2.2 外窗、透明幕墙、采光顶的传热系数、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。

5.2.3 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相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 5.2.3 的要求，也可判为合格。否则为不合格。

表 5.2.3 门窗、幕墙光学热工性能检测值与设计值之间的允许偏差

参数名称	允许偏差
遮阳系数或太阳得热系数	≤ 0.03
传热系数	$\leq 10\%$ （相对值）

5.3 遮阳设施遮阳性能检测

5.3.1 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）及柔性遮阳材料的光学性能。柔性遮阳材料的光学性能应包括太阳光反射比和太阳光直接透射比。

5.3.2 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长度分辨力不大于 0.5mm 的长度尺，角度分辨力不大于 0.5° 的角度尺。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。

5.3.3 活动式外遮阳装置的遮阳性能和柔性遮阳材料的光学性能检测，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。检测应符合下列规定：

1 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。

2 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。

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

5.4 玻璃热工性能现场检测

5.4.1 玻璃热工性能现场检测应符合下列规定：

1 同一工程，每个厂家、每种构造、每种膜号的玻璃均应检测。

2 检测现场的环境温度、相对湿度应满足检测仪器的运行工作条件要求。

3 检测仪器应符合本标准附录 A 的规定，检测前宜进行仪器核验。

4 检测时，应避免阳光直射被测区域。

5 被测区域表面应干净整洁、无明显划痕。

5.4.2 玻璃热工性能计算方法应符合《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。

5.4.3 镀膜玻璃膜面位置及其辐射率应按下列方法进行检测：

1 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。

2 玻璃膜面辐射率检测值为各检测点检测结果的算术平均值。

5.4.4 中空玻璃惰性气体含量检测应按下列步骤进行：

1 分别均匀选取试样两侧距离边部 100mm 处 5 个检测点（图 5.4.4）。

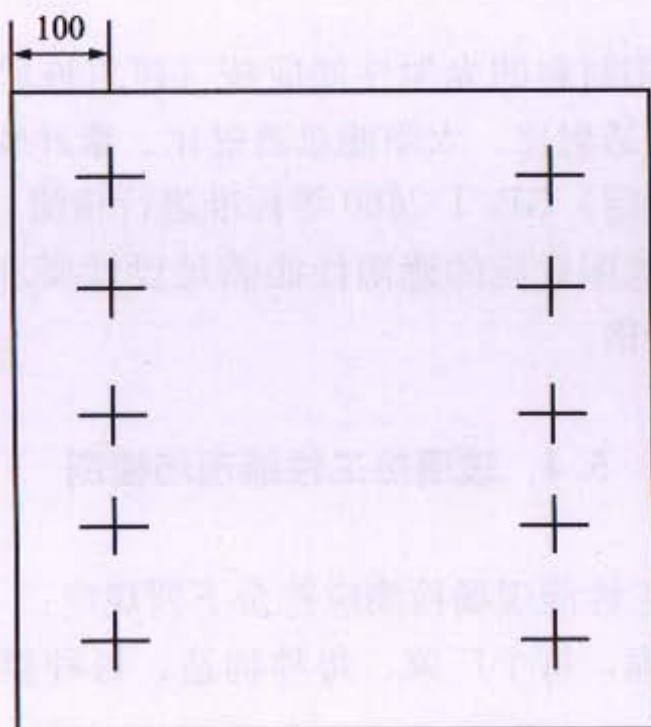


图 5.4.4 中空腔惰性气体含量测量位置示意

2 分别检测 10 处检测点的惰性气体含量。

3 各检测点检测结果的算术平均值为惰性气体含量的检测值。

5.4.5 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 将检测仪器的检测探头分别置于被测玻璃两侧，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 启动仪器进行检测数据采集,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。

5.4.6 对于镀膜面超过 2 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:

1 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《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 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。

2 对于不能提供与被测玻璃具有相同构造和性能小块样品的情况,可对被测玻璃进行拆卸,再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。

5.4.7 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相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 5.4.7 的要求,也可判为合格。否则为不合格。

表 5.4.7 玻璃热工性能检测值与设计值之间的允许偏差

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

5.5 中空玻璃露点现场检测

5.5.1 中空玻璃露点现场检测应符合下列规定：

- 1 相同厂家、相同规格中空玻璃抽取 10 块样品。
- 2 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。
- 3 现场检测应在环境温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 30%~70%的条件下进行。

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

5.5.3 露点现场检测应按下列步骤进行：

- 1 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。
- 2 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 5.5.3 的规定。

表 5.5.3 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

3 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。

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

6 气密性检测

6.1 一般规定

6.1.1 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。

6.1.2 当透明幕墙的气密性检测现场条件无法满足时,可采用实验室方法进行。

6.2 外窗及透明幕墙现场气密性检测

6.2.1 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:

1 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 。

2 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。

3 检测前,应对受检外窗及透明幕墙四周检测仪器封闭区域充分密封,并对检测系统的附加渗透量进行现场标定。附加渗透量不应大于受检窗空气渗透量的 20%。

4 检测设备要求应符合本标准附录 A 的规定。

6.2.2 当所检外窗空气渗透量检测值不大于江苏省相关现行标准且符合设计要求时,应判为合格。否则为不合格。当所检透明幕墙空气渗透量检测值不大于江苏省相关现行标准且符合设计要求时,应判为合格。否则为不合格。

6.3 建筑整体气密性检测

6.3.1 建筑整体气密性检测应采用压差法，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。

6.3.2 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。

6.3.3 现场检测条件应符合下列规定：

1 待测建筑应已经正常使用或新建建筑装饰工程已完工。

2 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。

3 室外风速不应大于 3m/s，待测建筑室内外温差（单位为 K）乘以建筑空间高度或建筑部分空间高度（单位为 m），相乘结果不宜大于 250m · K。

4 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。

5 检测设备应符合本标准附录 A 的规定。

6.3.4 建筑整体气密性的检测应按下列步骤进行：

1 将调速风机密封安装在房间的外门框中。

2 利用红外热成像法或示踪气体法排查建筑物渗漏源。

3 封堵地漏、风口等非围护结构渗漏源。

4 启动风机，使建筑物内外形成稳定压差。

5 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 及以上，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、给水排水设施等设备，若有密封缺陷，应重新密封。

6 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。

6.3.5 建筑外围护结构整体气密性能检测值的处理应符合下列规定:

1 换气次数应按下列公式计算:

$$N_{50}^{+} = L_{50}^{+} / V \quad (6.3.5-1)$$

$$N_{50}^{-} = L_{50}^{-} / V \quad (6.3.5-2)$$

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

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

V ——被测房间换气体积 (m^3)。

2 房间换气次数应按下列公式计算:

$$N_{50} = (N_{50}^{+} + N_{50}^{-}) / 2 \quad (6.3.5-3)$$

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})。

6.3.6 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,并应符合下列规定:

1 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。

2 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。

6.3.7 当建筑整体气密性满足设计要求时,应判为合格。否则为不合格。

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
空气温度	≤0.3	功能	精度 (K)	≤3%
表面温度		应具有自动采集和存储数据功能，并可与计算机通信	0.3	

A.1.2 温度传感器应按规定进行检定，两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《建筑用热流计》JG/T 3016 的要求，其性能应符合表 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	应具有自动采集和 存储数据功能, 并 可与计算机通信	0.1	$\leq 5.0\%$

A.2.2 热流计应定期进行标定, 标定周期不应大于 2 年, 两次标定之间应进行期间核查, 两次标定变化大于 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 的规定。

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 可与计算机通信	0.1	$\leq 5.0\%$

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 的要求。

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 可与计算机通信	0.1	$\leq 5.0\%$

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 的要求。

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 可与计算机通信	0.1	$\leq 5.0\%$

A.6 热箱仪

A.6.1 热箱仪开口面积不应小于 1.2m^2 , 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 $1.0\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$; 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 $\pm 0.3\text{K}$ 。

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 1.44m^2 ，热箱法用环境箱的开口面积不应小于 2.88m^2 ，环境箱进深不应小于 220mm 。

A.7.2 环境箱外壁热阻值应大于 $1.0\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ；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下列要求：

- 1 适用波长范围为 $8.0\mu\text{m} \sim 14.0\mu\text{m}$ 。
- 2 空间分辨率不大于 $1.5 \times 10^{-3}\text{rad}$ 。
- 3 温度分辨率不大于 0.08°C 。
- 4 准确度为 $\pm 2\%$ 及 $\pm 2^\circ\text{C}$ 的大值。
- 5 像素不应少于 320×240 。
- 6 测温范围为 $-20^\circ\text{C} \sim +100^\circ\text{C}$ 。
- 7 测温差一致性不应超过 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。
- 8 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示值误差

参数名称	最大允许示值误差
可见光透射比	$\pm 1.5\%$
可见光反射比	$\pm 1.5\%$
太阳能总透射比或遮阳系数	± 0.02
单片玻璃厚度及气体间隔层厚度	$\pm 0.2\text{mm}$
玻璃系统构造总厚度	$\pm 0.5\text{mm}$
玻璃镀膜面辐射率	± 0.02
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不应大于 2.5Pa 、 200Pa 、 1°C 、 0.25m/s 。

A.10.2 空气流量测量装置的不确定度不应大于测量值的 13% ，量具的分辨力不应大于 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为 $0\text{m}^3/\text{h} \sim 7000\text{m}^3/\text{h}$ ，最大允许误差为 5% 。压力测量仪测量范围为 $0\text{Pa} \sim 100\text{Pa}$ ，最大允许误差为 $\pm 2\text{Pa}$ 。

A.11.2 鼓风机支架系统的宽度不应小于 1.5m ，高度不应小于 2.5m 。

A.11.3 现场温度检测仪的温度精确度不应大于 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ，分辨率不应大于 0.1°C 。

附录 B 非透明围护结构 传热阻和传热系数计算

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 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	内表面换 热阻 R_i ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	外表面换 热阻 R_e ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	热阻 R ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	备注
屋面		$R_i + 1.15R + R_e$	0.11	0.04	实测	R_i 、 R_e 按《民用建筑热工设计规范》GB 50176—2016 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 楼板	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	

B.0.2 各种非透明围护结构的构件传热系数可按下式计算：

$$K = 1/R_0 \quad (\text{B.0.2})$$

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

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, 应按下式进行修正:

$$V = V_0 \left[0.85 + 0.0653 \left(\frac{H}{H_0} \right) - 0.007 \left(\frac{H}{H_0} \right)^2 \right] \quad (\text{C. 3. 2})$$

式中: V ——工作高度处的室外风速 (m/s);

V_0 ——室外风速测点布置高度处的室外风速 (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。

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”或“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执行的，写法为“应符合……的规定（或要求）”。

引用标准名录

- 1 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 2 《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411
- 3 《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
- 4 《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484
- 5 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法》GB/T 10294
- 6 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法》GB/T 10295
- 7 《绝热 稳态传热性质的测定 标定和防护热箱法》GB/T 13475
- 8 《建筑材料及制品的湿热性能 含湿率的测定 烘干法》GB/T 20313
- 9 《建筑物气密性测定方法 风扇压力法》GB/T 34010
- 10 《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
- 11 《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132
- 12 《建筑门窗透明幕墙热工计算规程》JGJ/T 151
- 13 《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177
- 14 《围护结构传热系数现场检测技术规程》JGJ/T 357
- 15 《建筑门窗工程检测技术规程》JG/T 205
- 16 《建筑外窗气密、水密、抗风压性能现场检测方法》JG/T 211
- 17 《建筑红外热像检测要求》JG/T 269

- 19 《建筑工程红外热成像法检测技术规程》DGJ32/TJ 81

江苏省地方标准

民用建筑节能工程
热工性能现场检测标准

DB32/T 4107—2021

条 文 说 明

修订说明

本标准修订过程中，编制组广泛调研了民用建筑节能工程热工性能检测的相关技术资料，参考了国际和国家、地方现行标准，认真总结了建筑节能的检测实践经验，在原《民用建筑节能工程现场热工性能检测标准》DGJ32/J 23—2006 的基础上修订了本标准。

为便于广大检测、施工、科研等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《民用建筑节能工程热工性能现场检测标准》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。

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在本标准编制过程中提供了技术支持。

目 次

1	总则	41
3	基本规定	42
4	非透明围护结构热工性能检测	44
4.1	一般规定	44
4.2	传热系数检测	45
4.3	隔热性能检测	48
4.4	外围护结构热工缺陷检测	50
4.5	热桥部位内表面温度检测	52
5	透明围护结构热工性能检测	53
5.1	一般规定	53
5.2	外窗、透明幕墙及采光顶热工性能检测与计算 核验	54
5.3	遮阳设施遮阳性能检测	55
5.4	玻璃热工性能现场检测	55
5.5	中空玻璃露点现场检测	57
6	气密性检测	58
6.1	一般规定	58
6.2	外窗及透明幕墙现场气密性检测	58
附录 A	检测仪器要求	59

1 总 则

1.0.1 《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 验收要求“过程控制”和“现场检测”相结合。江苏省 2015 年发布的《绿色建筑工程施工质量验收规范》DGJ32/J 19 对绿色建筑围护结构需要进行现场检测的项目做了明确的规定。2009 年以来,《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132、《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177、《围护结构传热系数现场检测技术规程》JGJ/T 357 等相继编制发布,为适应建筑节能的发展,保证工程检测的可靠性和公正性,编制组在吸取行业标准相关技术成果的基础上,结合江苏省建筑节能工作的实际情况,对原《民用建筑节能工程现场热工性能检测标准》DGJ32J 23—2006 进行全面修订,增加了相关技术内容,明确了相关技术规定,提高了标准可操作性以适应新的要求。该标准的修订和实施,将使江苏省民用建筑节能工程的现场检测工作更加规范化、标准化,对推进江苏省建筑节能工作、提高工程质量、改善建筑品质起促进作用。

1.0.3 本标准与许多国家和行业相关标准密切相关,包括《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《围护结构传热系数现场检测技术规程》JGJ/T 357 等。在执行本标准的同时,还应注意相关标准的有关规定,并关注其新版本的适应性,这是确保正确使用的需要。

3 基本规定

3.0.1 《绿色建筑工程施工质量验收规范》DGJ32/J 19 规定了非透明围护结构现场热工性能应检测的项目，包括外墙和屋面的传热系数与隔热性能、外围护结构热工缺陷、热桥部位内表面温度；规定了透明围护结构（外窗、透明幕墙及采光顶）热工性能现场应检测的项目，包括传热系数、遮阳性能、中空玻璃可见光透射比、中空玻璃露点、外窗与透明幕墙气密性等。非透明围护结构中架空通风楼板、居住建筑分户楼板及分户墙传热系数也是节能设计中很重要的指标，《居住建筑热环境和节能设计标准》DB32/ 4066 对架空通风楼板、分户楼板、分户墙的传热系数均做了详细的规定，工程中若需进行检测也可执行本标准的规定。

3.0.2 外窗及透明幕墙开启窗的气密性能检测可在现场进行。建筑整体气密性是超低能耗建筑、近零能耗建筑极其重要的一个指标，对建筑的节能性能影响很大，应进行建筑整体气密性现场检测。

3.0.3 本条规定了热工性能抽样及抽样比例的要求。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 的规定抽样，《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。

3.0.5 本条规定了五个方面的文件。第 1 款是为了把住节能建筑的设计关。在我国现阶段的民用建筑建设程序中，设计单位将施工图设计文件提交给建设单位后，按规定建设单位要将该图纸送一家施工图审查机构进行节能设计的专项审查。审查机构的主要作用是检查我国现行的强制性标准中所规定的强制性条款是否在设计中得到了有效的执行。这里所说的审图机构对工程施工图

节能设计的审查文件便是指这类文件。第2款涉及工程竣工图纸和技术文件。只有研读了工程竣工图纸和文件，才能对工程有一个全面的了解，也才能着手下一步节能检测的方案设计工作。第3款是为了控制住用于建筑建造过程中的材料、设备的质量。第4款是为了协助对随后检测结果的分析而提出的。第5款是为了防止与节能相关的隐蔽工程出现施工质量问题。

3.0.6、3.0.7 节能检测涉及检测数据，而数据又很大程度有赖于仪器设备的准确度，本标准附录A有关仪器的性能要求的规定是最低要求，不能突破。为保证仪器设备的准确，需对仪器设备进行标定或校准以确定其不确定度，只有这样，节能检测中所得到的数据的不确定度才能溯源，否则，检测所得到的数据将是毫无意义的。法定计量部门出具的证书有两种，即标定证书和校准证书。当国家对所要校准的仪器设备颁布了相应的检定规程时，计量部门出具的是标定证书；而对于有些新型检测仪器，国家尚未制定出相应的检定规程，此时，计量部门只能出具校准证书。

3.0.8 本标准采用的现场检测仪器设备不同于传统的仪器，尽管操作简便，但为了保证仪器的正确使用和结果的可靠，检测人员在正式操作前，有必要接受专业的培训，掌握检测的原理、仪器的操作要求、现场检测的步骤和注意事项等。

4 非透明围护结构热工性能检测

4.1 一般规定

4.1.1 非透明围护结构（墙体、屋顶、楼板）主体部分传热系数可采用热流计法、热箱法等进行检测，但这些方法受保温材料类型、保温系统类型、检测时间、现场及气候等条件的影响，具体选择何种方法应根据工程实际情况而定。当预计采用热流计法及热箱法进行传热系数检测精度难以保证时，宜采用同条件试样法进行检测。如《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 规定，当外保温材料层热阻不小于 $1.2\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 或检测构件为轻质墙体和屋面构件或自保温墙体时，宜采用同条件试样法进行传热系数检测。以单体建筑物为单位随机抽取保温材料，按照外围护结构构造，在外围护结构保温施工时同步进行试样制作，热阻检测按照《绝热稳态传热性质的测定 标定和防护热箱法》GB/T 13475 进行，保温材料的导热系数按照《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法》GB/T 10294 或《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法》GB/T 10295 进行，其他材料可直接采用《民用建筑热工设计规范》GB 50176 给出的有关参数。

4.1.2 夏季建筑物西侧外墙和屋面在太阳辐射下外表面温度大大升高，并传递到内表面，极大地影响室内的热舒适度，采用合理的隔热措施可使外墙和屋面内表面温度控制在合理的范围。以居住建筑为例，《居住建筑热环境和节能设计标准》DB32/ 4066 规定，夏季自然通风情况下，建筑物外围护结构内表面温度不高于 35°C 。隔热性能现场检测应选择西侧外墙及屋面中对室内热

环境最不利的部位（如主体墙及屋面中热阻最小且没有隔热措施的部位）进行。

4.1.3 采用红外热成像法进行外围护结构热工缺陷检测在本标准第 4.4 节中有详细的规定。本标准未尽事项可参照《建筑红外热像检测要求》JG/T 269、《建筑工程红外热成像法检测技术规程》DGJ32/TJ 81 等的规定执行。

4.1.4 热桥部位未进行保温处理或保温处理不到位，在冬季采暖时期内表面温度低于露点温度则会结露。热桥部位热阻越小越容易结露。热桥部位内表面温度检测应选择热桥热阻最小的部位进行。

4.2 传热系数检测

4.2.1 非透明围护结构（墙体、屋顶、楼板）主体部分传热系数可采用热流计法、热箱法等进行检测。材料含湿率对传热系数检测的影响很大。在围护结构主体刚施工完成时，混凝土围护结构或砌体墙体都含有一定的水分，黏土砖砌体中水分甚至要 2 年以后才会趋于稳定；保温材料（包括外保温材料和内保温材料）在保温系统施工后也会有一定的水分，无论是保温材料还是基层墙体材料，都会因潮湿而影响最终的检测结果。为了减少水分对检测结果的影响，宜对受检墙体的干燥状态从时间上进行定量规定。根据江苏省多年来在围护结构传热系数检测中积累的经验，结合工程验收需要，确定当主要保温材料的体积吸水率大于 4% 时，以 12 个月作为期限；当主要保温材料的体积吸水率不大于 4% 时，传热系数检测可在保温工程施工完成 6 个月后进行。同时要求检测前，被测围护结构应为自然干燥状态，一般要求自然干燥时间不少于 30d。

4.2.2 以外保温或内保温为主的外墙，热阻主要依靠外保温或

内保温中的保温材料；以自保温为主的外墙，热阻主要依靠自保温墙体。但由于不同的保温材料吸水率不一，其所含水分随时间衰减的速度也不一，宜进行保温材料和（或）基层墙体材料含湿率的检测，根据材料含湿率与热阻的关系曲线修正传热系数检测结果。

4.2.4 太阳辐射对现场传热系数检测有较大影响，因此对检测区域应尽量选择太阳辐射影响小的外墙和屋面。对外墙尽量选择北向、东向外墙，不应选择南向外墙。外墙和屋顶同时检测宜选择顶层靠北向的房间。当无法避免时，应采取遮挡措施。

4.2.8 为了满足建筑节能检测工作的需要，经试验研究，本标准提出利用红外热成像仪配合热流计法进行现场检测，测前应利用红外热像仪进行外墙和屋面的内、外表面温度场测量，通过红外热成像图分析确定主体部位和热桥部位，以布置温度传感器和热流传感器。

4.2.9 本条规定的目的在于缩短测量时间和减小测量误差。测量误差取决于下列因素：

（1）热流计和温度传感器的标定误差。若标定得好，该项误差约为5%。

（2）数据采集系统的误差。

（3）由传感器与被测表面间热接触的轻微差别引起的随机误差。若细心安装传感器，这种误差约为平均值的5%。该项误差可通过多使用几个热流计来减少。

（4）热流计的存在引起的附加误差。热流计的存在改变了原来的等温线分布。若用适当的方法（例如有限元法）对该项误差进行估计并对测量数据进行修正，则误差可降为2%~3%。

（5）温度和热流随时间变化引起的误差，这种误差可能很大。减小室内温度波动，采用动态分析方法，保证测量持续时间足够长，可使该项误差小于10%。

如果以上条件得到满足,则总的误差估计可控制在 14% 的均方差和 28% 的算术误差之间。

下列情况可能使误差增大:

(1) 在测量之前或测量期间,与构件内外表面温差相比,温度(尤其是室内温度)波动较大。

(2) 构件厚重而检测持续时间又过短。

(3) 构件受到太阳辐射或其他强烈的热影响。

(4) 对热流计的存在引起的附加误差未做估算(在某些情况下可高达 30%)。

进一步的误差分析可参见《建筑构件热阻和传热系数的现场测量》ISO 9689 的正文和附录。

温度传感器表面可采取贴尺寸不小于 $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ 的黑色膜或银白色膜等措施使其传感器表面辐射系数与受检构件表面辐射系数基本相同。

4.2.15 在温度和热流变化较大的情况下,采用动态分析方法,可从对热流计测量数据的分析求得建筑物围护结构的稳态热性能。动态分析方法是利用热平衡方程对热性能的变化进行分析计算的。在数学模型中,围护结构的热工性能是用热阻 R 和一系列时间常数 τ 表示的。未知参数 ($R, \tau_1, \tau_2, \tau_3 \dots$) 是通过一种识别技术利用所测得的热流密度和温度求得的。

4.2.18 含封闭空气间层的非透明围护结构包括干挂封闭幕墙的外墙、带封闭空气间层的屋顶等。封闭空气间层本身具有一定的热阻,封闭空气间层一侧或两侧表面涂刷热反射隔热涂料、贴热反射膜或铝箔,则能更大程度地提高围护结构的热阻。《民用建筑热工设计规范》GB 50176—2016 附录 B 第 B.3 节列出了多个平均温度、温差、辐射率、空气层厚度对应的封闭空气间层热阻值,其他空气层厚度可以采用插值法计算取值。

4.2.25 采用热箱法进行非透明围护结构主体部分传热系数检测

时,检测方法、数据处理按《围护结构传热系数现场检测技术规程》JGJ/T 357 的规定进行。

4.3 隔热性能检测

4.3.1 非自保温外墙墙体和屋面隔热保温工程通常采用增加保温层的隔热保温做法,保温层的热阻起主要隔热作用。保温层在施工完成 6 个月后一般已基本干透,其含湿量已基本稳定,检测结果具有代表性。以自保温墙体为主的外墙则要求时间更久,本条规定不少于 12 个月。

4.3.2 本条对天气条件的规定,目的是为了使实际检测条件接近或满足《民用建筑热工设计规范》GB 50176 规定的计算条件。

1 若检测开始前连续两天与检测当天具有基本相同的天气条件,会更加符合周期传热计算的条件,与《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的计算结果将比较接近。

2 因为内表面最高计算温度是对夏季室内自然通风条件而言的,所以若天气不晴朗的话,则检测结果将毫无意义,故本款对检测期间的天气条件进行了规定。又因为即使室外温度相同,但若太阳辐射照度不同时,仍然会导致外围护结构外表面的温度差异,内表面温度也会因此而变化。水平面的太阳辐射照度比较容易测量,用其最高值评价天气条件比较合适。在夏季,若天气晴朗,能见度高,太阳辐射照度的最高值达到当地夏季太阳辐射照度最高值的 90% 以上是可以实现的。

3 本款对检测当天室外最高空气温度的规定也是为了满足《民用建筑热工设计规范》GB 50176 给出的当地夏季室外计算温度最高值的要求。若室外空气温度太低,不利于进行隔热性能检测。然而在实际检测时,室外空气最高温度不可能正好为当地计算最高温度,总会有些偏差,但若偏差太大,将会影响理论计算

值，为了减小这种变化所带来的影响，又兼顾可操作性，本款给出了 2°C 的允许偏差范围值。主要城市夏季室外计算温度最高值：南京 37.1°C ，常州 36.1°C ，徐州 36.7°C ，东台 35.8°C 。

4 若检测当天的室外风速高，自然通风条件好，有利于室内内表面最高温度的降低，但现实生活表明：当室外风速超过 5.4m/s （即 3 级）时，住户往往会关窗防风，所以，在室外风速超过 5.4m/s 时所检测到的结果已无实际意义，因此，本款如是规定。

4.3.3 《民用建筑热工设计规范》GB 50176 对围护结构隔热性能的规定是在自然通风条件下提出的，所以现场检测理应在房间具有良好的自然通风条件下进行。此外，围护结构外表面的直射阳光在白天也不应被其他物体遮挡，否则会影响内表面温度检测，因为围护结构内表面的温升主要来自太阳辐射。

4.3.5 由于测点的布置常常受到现场条件的限制，所以要因现场条件而定。隔热性能的检测应该以围护结构的主体部位为限，存在热桥的部位不能客观地反映整体的情况。此外，从舒适度角度来看，也应着眼于围护结构的主体部位。为了寻找到适宜的测点位置，建议采用红外热像仪，因为这是红外热像仪的优势所在。

4.3.6 因为围护结构各测点的温度不可避免地存在差异，采用平均值来评估更为客观合理。但是，温度的现场检测中，不同的测点有时会因为个别测点安装不正确或围护结构局部的严重不均匀，有可能出现离散，这样，在整理数据时有必要剔除异常测点。

4.3.7 本条对夏季建筑物屋顶和西外墙内表面温度提出了限制，这种限制的目的是要保证围护结构应有的隔热性能。在我国夏热冬冷地区，建筑物的隔热性能对于建筑节能而言，既是前提又是目标。隔热性能差的建筑物内表面盛夏烘烤感强，极大地影响室内舒适度，为了满足人们基本舒适度要求，必然会增加夏季空调

运行时间,不利于节能。所以,本条根据《民用建筑热工设计标准》GB 50176 做如是规定。

4.4 外围护结构热工缺陷检测

4.4.1 建筑物外围护结构热工缺陷是影响建筑物节能效果和热舒适性的关键因素之一。建筑物外围护结构热工缺陷,主要分外围护结构外表面和内表面热工缺陷。通过热工缺陷的检测,剔出存在严重热工缺陷的建筑,以减小节能检测的工作量。目前,江苏省外墙保温主要采用外保温和自保温,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,宜同时对建筑物内表面进行检测。外墙保温采用内保温时,宜进行建筑内表面热工缺陷检测。

4.4.2 采用红外热像仪进行热工缺陷的检测,具有纵览全局的效果,所以,在对建筑物外围护结构进行深入检测之前,宜优先进行热工缺陷的检测。本条所述的其他方法包括表面温度检测法等。

4.4.3 红外检测结果准确与否,与发射率的选择、建筑物周边是否有障碍物或遮挡、距离系数的大小、气候因素、环境等因素有关。在气温或风力变化较明显时,都会对户外检测结果造成影响。环境中的粉尘、烟雾、水蒸气和二氧化碳会吸收红外辐射能量,影响测量结果,在户外检测应采取措施避开粉尘、烟雾,力求测距短,宜在无雨、无雾、空气相对湿度小于75%的情况下进行检测。一般情况下,太阳直射对检测结果是有影响的,所以本条对太阳辐射的影响提出了要求。

对检测时间及检测时室内外空气温度的规定,是参照英国标准《保温—建筑围护结构中热工性能异常的定性检测—红外方法》(*Thermal performance of buildings—Qualitative detection*

of thermal irregularities in buildings envelopes—Infrared method) BS EN 13187: 1999 的附件中关于斯堪的纳维亚半岛的特定气候条件、建筑技术提出的检测条件和我国的检测实践编写的。

4.4.4 用红外热像仪对围护结构进行检测时,为了消除发射率设置误差,需要对实际发射率进行现场测定。测定发射率的方法很多,现场诊断过程中主要采用涂料法和接触温度法。本条推荐采用接触温度法,即采用表面式温度计在所检测的围护结构表面上测出参照温度,依此温度来调整红外热像仪的发射率。在实际检测中,也可以采用涂料法。在热谱图分析时,通过软件调整发射率,使红外热像仪的测定结果等于参照温度。为了便于检查数据,防止数据处理出现错误,本条要求在红外热谱图上应标明参照温度的位置,并随热谱图一起提供参照温度的数据。红外检测时,临近物体对被测围护结构产生显著影响的情况有两种:一种是被测围护结构表面的粗糙度很低,它的发射率也很低,而反射率很高;另一种情况是临近物体相对于被测围护结构表面的温差很大(如散热器或空调设备)。这两种情况都会在被测的围护结构表面上产生一个较强的发射辐射量。从不同方位拍摄的目的是为了消除邻近辐射体的影响。遇有被测围护结构表面的粗糙度很低及临近物体相对于被测的围护结构表面的温差很大时,要注意选择仪器的检测位置和角度,必要时采取遮挡措施或者关闭室内辐射源。

4.4.8 热像图中所显示的异常通常代表了建筑围护结构的热工缺陷。但围护结构的构造差异、结构中设置的由通风空气层或埋设在围护结构中的热水(冷水)管道、热源等都会影响热像图。已知围护结构的预期温度分布,有利于建筑热工缺陷的判断。预期温度分布可通过所检测的建筑外围护结构和设备的相关图纸及其他结构文献,通过计算、经验、实验室试验、现场检测获得,

也可以通过无缺陷的建筑围护热像图来获得。必要时可采用内窥镜、取样等方法进行确定。

4.4.9 围护结构外表面热工缺陷检测是建筑热工缺陷检测第一个环节，主要是为了查出严重影响建筑能耗和使用的缺陷建筑。由于圈梁、过梁、构造柱等容易形成热工缺陷的部位所占的相对面积一般在 20%~26%，所以，将外表面热工缺陷区域与受检表面面积的比例限值定为 20%。

4.5 热桥部位内表面温度检测

4.5.1 由于热电偶反应灵敏、成本低、易制作和适用性强，在表面温度的测量中应用最广，所以，本条优先推荐使用热电偶。

4.5.2 红外热像仪具有测温功能，且属于非接触测量，使用十分方便。尽管红外热像仪在用于温度测量时常因受环境条件和操作人员技术水平的影响，存在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 左右的误差，不过，利用红外热像仪协助确定热桥部位温度最低处则是十分恰当的，因为测量表面相对温度分布状况恰恰是红外热像仪得以广泛应用的优势所在。

4.5.5 《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《居住建筑热环境和节能设计标准》DB32/ 4066 中均规定热桥部位内表面温度不应低于室内空气露点温度，这是相对于室内外冬季计算温度条件而言的。因此，需将实际室内外温度条件下的测量值换算成室内外计算温度下的表面温度值。

5 透明围护结构热工性能检测

5.1 一般规定

5.1.1 本条明确规定了透明围护结构热工性能检测的内容。透明围护结构包括外窗、透明幕墙、采光顶及遮阳设施。检测项目包括外窗、透明幕墙、采光顶的传热系数、遮阳性能，中空玻璃可见光透射比、遮阳性能、传热系数、露点。本条中外窗含透明阳台门。

5.1.2 本条规定了外窗、透明幕墙、采光顶热工性能检测方法，并且规定了检测方法的优先顺序。当现场不具备进行外窗、透明幕墙及采光顶热工性能检测的条件，可参照《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 第 6.3 节的规定用同条件试样法进行检测：外窗传热系数检测应按《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484 的相关规定进行，透明幕墙传热系数应按《建筑幕墙保温性能分级及检测方法》GB/T 29043 的相关规定进行，外窗、透明幕墙、采光顶遮阳性能采用《透光围护结构太阳得热系数检测方法》GB/T 30592 进行。所检外窗、透明幕墙及采光顶的传热系数、遮阳性能符合国家及江苏省现行相关标准的规定且符合设计要求时判为合格。否则，判为不合格。

同条件试样法即为实验室原型试验法。采光顶检测时，其安装洞口宜为水平设置，热箱位于采光顶试样的下方，检测所采用的设备洞口尺寸应符合试样的安装要求；当无条件进行水平安装时，其检测结果应进行表面换热系数的修正。当保温性能、遮阳性能检测装置能满足幕墙、采光顶和外窗的构成单元规格尺寸要求时，应优先采用整体试件检测，减少拆分后多板块检测造成的

累积误差。当不能满足整体试件要求时，应对幕墙、采光顶和大型外窗进行构成单元分格，再将每单元的构造拆分制作成若干典型构造、典型节点、典型分格试件，采用《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484、《透光围护结构太阳得热系数检测方法》GB/T 30592 规定的方法进行传热系数、遮阳性能检测，然后根据实测值进行加权计算得到平均值。若检测时间在工程完工后且现场无剩余材料，可采用与工程同规格的材料和相同施工工艺制作的试样进行检测。

5.1.3 本条列出了江苏省现有的遮阳设施范围、遮阳设施遮阳性能的内容和检测方法。对于遮阳设施，现场直接对其进行遮阳性能检测尚不具备技术手段，目前常常采用间接的方式。但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等这些影响遮阳性能的指标目前可以进行现场检测。

5.1.4 本条规定了玻璃热工性能现场的检测参数。中空玻璃的性能指标较多，但影响其热工性能的指标主要有露点、可见光透射比、遮阳性能及传热系数。

5.2 外窗、透明幕墙及采光顶热工性能检测与计算核验

5.2.1 构造及相关尺寸可采用钢卷尺、钢直尺、游标卡尺、超声波测厚仪等测量。无竣工图且对构造节点状况不清楚时，可采用局部剖开的方法进行测量。高空测量时应有可靠的安全措施。

玻璃面板可采用现场检测方法，常规材料的导热系数可查询相关标准，无法通过查询的可通过取样检测或对比试验等方法获得。项目现场有剩余材料时可从剩余材料中随机抽取，无剩余材料时可用相同规格型号的材料替代。

5.2.2 本条规定了外窗、透明幕墙、采光顶热工性能检测计算

核验的具体方法。

5.2.3 实际工程项目的外窗、透明幕墙及采光顶热工性能应达到国家、江苏省标准规定的指标要求，并在此基础上满足工程设计要求。考虑到外窗、透明幕墙及采光顶热工性能检测的复杂性，检测值与设计值之间存在偏差，本条允许检测值与设计值之间偏差在本标准表 5.2.3 规定的允许范围内。

5.3 遮阳设施遮阳性能检测

5.3.1 本条规定了遮阳设施的检测内容。

5.3.3 本条规定了外窗及遮阳设施遮阳性能检测的内容和方法。

5.4 玻璃热工性能现场检测

5.4.1 每种构造的玻璃指的是不同组成结构的玻璃，如“三玻两腔”的中空玻璃、“双玻单腔”的中空玻璃、膜面在 2#面的中空玻璃、膜面在 3#面的中空玻璃，每种膜号指工程使用不同膜号的镀膜玻璃。检测仪器的合格证书或者规格书中通常会明示各参数的最大允许误差。最大允许误差数值不能低于本标准附录 A 的要求。仪器校准证书中给出的示值误差也需在最大允许误差范围以内。校准证书中给出的示值误差为仪器测量标准样品的数值与标准样品的标准值之差，被测标准样品应在有效期内。

5.4.3 工程验收和节能评估中的热工参数计算都将用到膜面位置和膜面半球辐射率值。为防止被测玻璃边部金属材料影响辐射率测量仪的正常使用，应在距玻璃边部距离不小于 100mm 的位置进行测量。

5.4.4 中空玻璃惰性气体含量为现场环境状态下的气体含量，

受环境温度和安装角度影响，各部位气体含量分布不均匀，故需均匀选取测量点，求其平均值作为表征中空玻璃气体含量的参数。目前用于现场无损检测中空玻璃惰性气体含量的原理分为等离子体发射光谱法和激光氧吸收光谱法两种。

5.4.5 玻璃光学参数和热工参数现场测量仪器的检测软件需要满足《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 规定的参数计算方法。

5.4.6 目前的建筑玻璃品种中，有的可以在现场直接无损测量所有光热参数，有的只能现场无损测量光学参数而不能直接无损测量获得热工参数。本条适用范围内的被测玻璃，其光学参数均可现场直接测量获得。对于不能现场无损测量获得热工参数的玻璃，一般使用小块替代样品进行实验室检测，但无法保证小块替代样品与被测玻璃样品的特性一致。可以先提供与之相同工艺相同配置的小块替代样品，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 附录 A 的规定进行小块替代样品与被测样品的一致性验证。验证通过后，再将小块替代样品拆解成单片，进行热工参数检测。现场用光热参数检测仪器和实验室用光热参数检测仪器，均可对玻璃系统的单片玻璃进行基础参数的检测，基础参数包括光谱透反射比、单片玻璃及各间隔层厚度、膜面位置及膜面辐射率，这些参数可以通过光热参数计算软件计算获得玻璃系统的光热参数。

5.4.7 节能性能指标必须达到国家、江苏省相关标准、规程规定的最低要求，但是工程设计指标往往会根据工程需要提出更高的要求，此时应满足工程设计要求。考虑到检测的复杂性，检测值与设计值之间存在偏差，本条允许检测值与设计值之间偏差在本标准表 5.4.7 规定的允许范围内。

5.5 中空玻璃露点现场检测

5.5.1 本条规定了中空玻璃露点现场检测的试样数量和环境要求。

5.5.2 本条规定了中空玻璃露点现场检测设备量程、精度。

5.5.3 本条规定了中空玻璃露点现场检测的步骤。

5.5.4 本条规定了中空玻璃露点现场检测的判定原则。

6 气密性检测

6.1 一般规定

6.1.1 本条中外窗含透明阳台门。

6.2 外窗及透明幕墙现场气密性检测

6.2.1 本条规定了外窗及幕墙现场气密性采用《建筑外窗气密、水密、抗风压性能现场检测方法》JG/T 211 进行检测，此外还对现场检测时的气候条件、检测前标定等环节做了具体要求。

6.2.2 外窗和幕墙的气密性设计要求有时会高于江苏省相关标准的规定，所以除了满足相关标准外，还应满足设计要求。

附录 A 检测仪器要求

A.8 红外热像仪

A.8.1 本条参照英国标准《保温—建筑围护结构中热工性能异常的定性检测—红外方法》(*Thermal performance of buildings—Qualitative detection of thermal irregularities in buildings envelopes—Infrared method*) BS EN 13187: 1999, 结合我国的检测实践编写。红外热像仪及其温度测量范围应符合现场测量要求。红外热像仪传感器的适用波长应处在 $(8.0 \sim 14.0) \mu\text{m}$ 之内。由于建筑领域检测时温差都很小, 温度分辨率要求高才有较好的效果。考虑到国内目前红外热像仪的现状和使用特点, 在进行与建筑节能有关的温度场检测时, 分辨率不应大于 0.08°C 。本条所指的温差测量是指对同一目标重复测量的平均温差。

A.9 玻璃热工性能检测仪

A.9.1 检测仪器的合格证书或者规格书中通常会明示各参数的最大允许误差。最大允许误差数值不能低于本标准附录 A 表 A.9.1 的要求。仪器校准证书中给出的示值误差也需在最大允许误差范围以内。校准证书中给出的示值误差为仪器测量标准样品的数值与标准样品的标准值之差, 被测标准样品应该在有效期内。



统一书号：155713·63

定 价：28.00 元