

重庆市工程建设标准

居住建筑节能检测标准

Energy efficiency inspection standard for residential buildings

DBJ50-050-2006

主编单位：重庆市建设技术发展中心

批准部门：重 庆 市 建 设 委 员 会

施行日期：2006 年 10 月 1 日

2006 重 庆

重庆市建设委员会文件

渝建发〔2006〕132 号

重庆市建设委员会 关于发布居住建筑节能检测标准的通知

各区县(自治县、市)建委,各有关单位:

由市建设技术发展中心主编、重庆北部新城建设集团有限公司参编的《居住建筑节能检测标准》已经我委组织专家审查通过,现批准该标准为我市强制性工程建设标准,编号 DBJ50-050-2006,自 2006 年 10 月 1 日起施行。

该标准由重庆市建委负责管理,由重庆市建设技术发展中心负责解释(地址:重庆市渝中区上清寺路 69 号,邮编:400015,联系电话:023-63601374)。

重庆市建设委员会

二〇〇六年七月十一日

关于同意《居住建筑节能检测标准》 备案的函

建标标备便〔2006〕85 号

重庆市建设委员会：

你委科教处“关于《居住建筑节能检测标准》工程建设地方标准备案的申请”收悉。经研究，同意《居住建筑节能检测标准》作为“中华人民共和国工程建设地方标准”备案，备案号：J10849-2006。

该项标准的备案公告，将刊登在近期出版的《工程建设标准化》刊物上。

建设部标准定额司

二〇〇六年八月十日

前 言

为了贯彻国家有关节约能源的法律、法规和政策,保证建筑节能设计标准的实施和建筑的节能效果,推动重庆市建筑节能工作快速发展及建筑行业科技进步,提高建设工程质量,标准编制组在深入调查研究、认真总结经验并广泛征求意见的基础上,制定了本标准。

本标准包含总则;术语;一般规定;建筑材料、建筑构件节能性能检测;建筑物节能检测;附录;用词说明;条文说明等内容。

本标准在编制过程中,得到了重庆市各有关单位和专家的大力支持和悉心指导,在此一并致以衷心的感谢!

本标准由重庆市建设委员会负责管理,由主编单位负责具体技术内容解释。在实施应用过程中,希望各单位注意总结经验,将需要修改、补充的意见和资料交重庆市建设技术发展中心建设标准科(重庆市渝中区上清寺路 69 号七楼,电话:63601374,传真:63861277),以便今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家名单

主 编 单 位:重庆市建设技术发展中心

参 编 单 位:重庆北部新城建设集团有限公司

重庆建新建设工程监理咨询有限公司

广厦重庆第一建筑(集团)有限公司

主要起草人:吴 波 乔明佳 许永光 董 勇 冯 雅

唐鸣放 徐 湛 董孟能 张智强 陈文德

华冠贤 姜洪麟 刘汉平 曹兴平 张桂旺

敬 武 张元伟 薛 松 姚 清 赵 培

杨小汝 李豫梅

审 查 专 家:董 靛 刘宪英 彭家惠 龚文璞 邹雨玲

文先琪 邹时畅

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	一般规定	5
3.1	检测范围	5
3.2	检测项目	5
3.3	检测设备	6
4	建筑材料、建筑构件节能性能检测	7
4.1	建筑保温材料导热系数	7
4.2	建筑构件热阻或传热系数	7
4.3	外窗、透明幕墙气密性	14
5	建筑物节能检测	21
5.1	围护结构热工缺陷	21
5.2	围护结构主体部位热阻或传热系数	24
5.3	围护结构热桥部位内表面温度	26
5.4	建筑物外窗窗口整体密封性能	27
5.5	屋顶和西向外墙内表面最高温度	29
5.6	外表面太阳辐射吸收系数	30
5.7	外窗遮阳设施	30
附录 A	仪器仪表的性能要求	32
附录 B	建筑物外窗窗口单位空气渗透量的检测操作程序	33
附录 C	室外气象参数	35
附录 D	建筑物外围护结构热工缺陷的检测流程	38
本标准用词说明		39
条文说明		41

1 总 则

1.0.1 为了贯彻国家有关节约能源的法律、法规和政策,保证建筑节能设计标准的实施和建筑的节能效果,特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市居住建筑节能检测。公共建筑有关节能措施效果的检测亦可参照本标准执行。

1.0.3 建筑节能检测包括建筑材料、建筑构件和建筑物的节能性能检测,其结果作为节能建筑验收的主要依据。

1.0.4 建筑节能检测除应执行本标准外,尚应符合国家和重庆市现行有关标准、规范和规程的规定。

2 术 语

2.0.1 导热系数 heat conduction coefficient.

稳态条件下,1m 厚物体,两侧表面温差为 1K,单位时间内通过单位面积匀质材料的热量。单位: $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

2.0.2 传热系数(K) overall heat transfer coefficient of building envelope

稳态条件下,围护结构两侧空气温差为 1K,在单位时间内通过单位面积围护结构的传热量。单位: $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

2.0.3 热阻(R) thermal resistance of building envelope

稳态条件下,围护结构两侧表面温差为 1K,在单位时间内通过单位面积围护结构的传热量的倒数。单位: $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。

2.0.4 气密性 air permeability performance

外窗或幕墙的开启部分在关闭状态下,阻止空气渗透的能力。

2.0.5 标准状态 standard conditions

标准状态指空气温度为 293 K(20℃)、压力为 101.3 kPa、空气密度为 $1.202 \text{ kg}/\text{m}^3$ 时的状态。

2.0.6 总空气渗透量 volume of air flow

在标准状态下,单位时间通过整窗或整个幕墙试件的空气量。单位: m^3/h 。

2.0.7 附加空气渗透量 additional air diffusion quantity

除通过试件本身的空气渗透量以外的通过设备和镶嵌框,以及各部分之间连接缝等部位的空气渗透量。单位: m^3/h 。

2.0.8 开启缝隙长度 length of opening joint

外窗或幕墙开启部分缝隙长度的总和,以内表面测定值为准。如遇二扇相互搭接时,其搭接部分的两段缝长按一段计算。单位:m。

2.0.9 固定部分缝隙长度 joint length of the fixed part

幕墙非开启部分缝隙长度的总和,以内表面测定值为准。单位:m。

2.0.10 窗面积 area of windows

窗框外侧范围内的面积,不包括安装用附框的面积。单位: m^2 。

2.0.11 单位缝长空气渗透量 volume of air flow through a unit joint length

在标准状态下,单位时间通过单位缝长的空气量。单位: $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$

2.0.12 单位面积空气渗透量 volume of air flow through a unit area

在标准状态下,单位时间通过单位窗面积的空气量。单位: $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

2.0.13 热箱法 hot box method

指用标定或防护热箱法对构件进行热阻和传热系数测量的方法。

2.0.14 热流计法 heat flow meter method

指用热流计进行热阻测量并计算传热系数的测量方法。

2.0.15 热像图 thermogram

用红外摄影仪拍摄的表示物体表面表观辐射温度的图片。

2.0.16 热工缺陷 thermal performance defect

围护结构出现保温材料缺失、保温材料受潮或存在空气渗透的部位称为热工缺陷。

2.0.17 参照温度 reference temperature

在被测物体表面测得的用来标定红外热像仪的物体表面温度。

2.0.18 可见光透射系数 visible transmittance

透过玻璃(或其它透明材料)的可见光光通量,与投射在其表面上的可见光光通量之比。

2.0.19 太阳辐射透射系数 solar energy transmittance

透过玻璃(或其它透明材料)的太阳辐射能,与投射在其表面上的总太阳辐射能之比。

2.0.20 遮阳系数(SC) shading coefficient

透过窗玻璃的实际太阳辐射得热,与透过 3mm 厚透明玻璃的太阳辐射得热之比。

2.0.21 太阳辐射吸收系数 solar radiation absorptance

某表面对投射到该表面上的太阳辐射能的吸收部分,与投射在其表面上的总太阳辐射能之比。

2.0.22 热桥 thermal bridge

在型钢或钢筋混凝土梁(圈梁)、柱、窗口梁、窗台板、楼板等与外围护结构的结合部位,在室内外温差作用下,出现局部热流密集的现象。在室内采暖情况下,该部位内表面温度较其它主体部位低,而在室内空调降温情况下,该部位内表面温度又较其它主体部位高。具有这种特征的部位称为热桥。

3 一般规定

3.1 检测范围

3.1.1 建筑材料的节能性能检测是针对建筑材料的保温性能的实验室检测。

3.1.2 建筑构件的节能性能检测是针对建筑门窗和墙体、屋顶、楼板等构件的保温性能以及门窗气密性能的实验室检测。

3.1.3 建筑物的节能检测是针对建筑物围护结构保温隔热效果的现场检测。

3.2 检测项目

3.2.1 建筑材料节能性能检测项目是导热系数。

3.2.2 建筑构件节能性能检测应包括下列项目：

- 1 建筑构件热阻或传热系数；
- 2 外窗、透明幕墙气密性。

3.2.3 建筑物节能检测应包括下列项目：

- 1 围护结构热工缺陷；
- 2 围护结构主体部位热阻或传热系数；
- 3 围护结构热桥部位内表面温度；
- 4 建筑物外窗窗口整体密封性能；
- 5 屋顶和西向外墙内表面最高温度；
- 6 外表面太阳辐射吸收系数；
- 7 外窗遮阳设施。

3.3 检测设备

3.3.1 检测设备应符合相关标准要求。

3.3.2 检测中使用的仪器仪表应经法定计量部门检定合格并在有效期之内。

4 建筑材料、建筑构件节能性能检测

4.1 建筑保温材料导热系数

- 4.1.1 建筑保温材料导热系数检测是针对单一匀质材料,用于导热系数检测样品的规格尺寸及其平整度应满足检测要求。
- 4.1.2 导热系数检测应采用具有自动记录功能的设备。
- 4.1.3 检测前,应将样品在检测室存放不少于 4h。
- 4.1.4 建筑保温材料导热系数的检测结果应不大于设计要求。
- 4.1.5 建筑保温材料导热系数检测按相关国家标准执行。

4.2 建筑构件热阻或传热系数

- 4.2.1 墙体、屋顶、楼板等建筑构件的热阻或传热系数应用标定或防护热箱法进行检测。

1 检测装置见《建筑构件稳态热传递性质的测定—标定和防护热箱法》GB/T13475,主要部分见图 1 和图 2。

图 1 防护热箱

图 2 标定热箱

2 检测步骤

根据对试件的检查和分析,应初步估计出试件热工性能的可能范围值,并评价可能获得的准确度。

1) 试件的状态调节

为减少试件中热流受到所含水分的影响,试件在测量前宜调节到气干状态。

2) 试件的选择与安装

测量试件应选择或做成有代表性的。

对于非均质试件应作如下考虑:

(a) 防护热箱法中,如有可能应将热桥对称地布置在计量面积和防护面积的分界线上,这样,热桥面积的一半在计量箱内,另一半在防护箱内。

如果试件是有模数的,计量箱的周边应同模数线外型重合或在模数线的中间。

如果不能满足这些要求,可将计量箱放在不同位置做几次试验,并且要非常谨慎地考虑这些结果,必要时,辅以温度、热流的测量和计算。

(b) 标定热箱法中,应考虑试件边缘的热桥对侧面迂回传热的影响。

试件安装时周边应密封,不让空气或水气从边缘进入试件,也不从热的一侧传到冷的一侧,反之亦然。

试件有边缘应绝热,使在试件边界处平行试件的周边热损 Q_5 减小到符合准确度的要求。

(c) 在防护热箱法中,试件中连续的空腔可用绝热性能良好的隔板将其分成防护空腔和计量空腔,试件表面为高导热性的饰面时,可在计量箱周边将饰面切断。

如果试件表面不平整,可用砂浆、嵌缝材料或其他适当的材料将同计量箱周边密封接触的面积填平。

如果试件尺寸小于计量箱所要求的试件尺寸,将试件镶嵌在

一堵辅助墙板的中间。这种情况下,辅助墙板与试件之间的边界范围内的热流将不是一维的,辅助墙板的热阻和厚度应与试件相同。

测量试件表面温度的传感器应该尽量均匀分布在试件表面上,数量至少为每平方米 2 支,并且不得少于 9 支。

(d) 对于非均质试件,上述所要求的温度传感器数目将不能保证得到可靠的平均表面温度。对于中等非均质试件,每一个温度变化区域应该放置辅助温度传感器。试件的表面平均温度是每个区域的表面平均温度的面积加权平均值。

上述情况不能用于极为不均质的试件。在此情况下,不能测量试件的热阻 R , 只能根据试件两侧的环境温度差确定传热系数 K 。

当试件不均匀性引起的表面温度的局部差值超过试件两侧表面平均温差的 20% 时,可认为是不均质的。

3) 测量条件

测量条件的选择应考虑最终的使用条件和对准确度的影响。热箱与冷箱的最小温度差为 20°C 。根据试件要求调节热、冷侧的空气速度,调节防护箱的温度使 Q_2 和 Q_3 尽可能接近零。

4) 测量的持续时间

接近达到稳态后,两个至少为 3h 测量周期内功率和温度测量值及其计算的 R 或 K 平均值偏差小于 1%, 并且每 1h 的数值不是单方向变化时,才能结束测量。对于高热阻或高热容量的试件,此要求是不够的,必须延长试验持续时间。

3 结果处理

1) 稳态的传热性质按照下列关系式用第 2 款 4 项最后两个至少为 3h 的平均值进行计算:

$$R = A(T_{\text{si}} - T_{\text{se}}) / Q_1 \quad (4.2.1-1)$$

$$R = 1 / C_{\lambda} \quad (4.2.1-2)$$

$$R_{\text{si}} = A(T_{\text{ni}} - T_{\text{si}}) / Q_1 \quad (4.2.1-3)$$

$$R_{se} = A(T_{se} - T_{ne}) / Q_1 \quad (4.2.1-4)$$

$$R_k = 1/K \quad (4.2.1-5)$$

$$K = Q_1 / [A(T_{ni} - T_{ne})] \quad (4.2.1-6)$$

$$Q_1(\text{防护热箱}) = Q_p - Q_3 - Q_2 \quad (4.2.1-7)$$

$$Q_1(\text{标定热箱}) = Q_p - Q_3 - Q_4 \quad (4.2.1-8)$$

式中:

A ——为垂直于热流的计量面积,其尺寸根据下述原则确定:

对于防护热箱法,当试件厚度与鼻锥宽度相比是厚的时候,取计量箱鼻锥中心线所包括的面积;当试件很薄时,取鼻锥的内周边。对于标定热箱法,取计量箱的内周边面积。

C_λ ——构件热导率, $W/(m^2 \cdot K)$;

T_{si} ——热侧的表面温度, K ;

T_{se} ——冷侧的表面温度, K ;

T_{ni} ——热侧的环境温度, K ;

T_{ne} ——冷侧的环境温度, K 。

$R_k = R_i + R + R_e$, 其中 R 为结构热阻。

2) 均质试件或不均匀度小于 20% 的试件,可根据表面温度计算热阻 R ,根据环境温度计算传热系数 K 和表面换热系数 h 。如超出上面所述的均匀性或者试件有特殊的几何形状,仅能根据环境温度计算传热系数 K 。

3) 结果评价

试验结果应同初步估计值进行比较。按本标准进行测试其准确度应在 $\pm 5\%$ 之内。存在明显差异时,应仔细检查试件,找出它与技术要求的差异,然后根据检查结果重新评价。如果仍存在有不可解释的差异,可能是计算过程过于简单或试验的误差,应找出其根源,并消除之。

4.2.2 建筑外窗传热系数

1 外窗保温性能按外窗传热系数 K 值分为十级,其分级指标见表 4.2.2。

表 4.2.2 外窗保温性能分级 $W/(m^2 \cdot K)$

分级	1	2	3	4	5
分级指标值	$5.5 \leq K$	$5.0 \leq K < 5.5$	$4.5 \leq K < 5.0$	$4.0 \leq K < 4.5$	$3.5 \leq K < 4.0$
分级	6	7	8	9	10
分级指标值	$3.0 \leq K < 3.5$	$2.5 \leq K < 3.0$	$2.0 \leq K < 2.5$	$1.5 \leq K < 2.0$	$K < 1.5$

2 检测

1) 检测装置见《建筑外窗保温性能分级及检测方法》GB/T8484

2) 检测步骤

(a) 检查热电偶是否完好。

(b) 启动检测装置,设定冷、热箱和环境空气温度。

(c) 当冷、热箱和环境空气温度达到设定值后,监控各控点温度,使冷、热箱和环境空气温度维持稳定。 $4h$ 之后,如果逐时测量得到热箱和冷箱的空气平均温度 t_h 和 t_c 每小时变化的绝对值分别不大于 0.1°C 和 0.3°C ;表面加权温度差 $\Delta\theta_1$ 和 $\Delta\theta_2$ 每小时变化的绝对值分别不大于 0.1K 和 0.3K ,且上述温度和温差的变化不是单向变化,则表示传热过程已经稳定。

(d) 传热过程稳定之后,每隔 30min 测量一次参数 t_h 、 t_c 、 $\Delta\theta_1$ 、 $\Delta\theta_2$ 、 $\Delta\theta_3$ 、 Q ,共测六次。

(e) 测量结束之后,记录热箱空气相对湿度,试件热侧表面及玻璃夹层结露、结霜状况。

3) 结果处理

(a) 各参数取六次测量的平均值。

(b) 试件传热系数 K 值 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ 应按下式计算:

$$K = \frac{Q - M_1 \cdot \Delta\theta_1 - M_2 \cdot \Delta\theta_2 - S \cdot G \cdot \Delta\theta_3}{A \cdot \Delta t} \quad (4.2.2)$$

式中: Q ——电暖气加热功率, W ;

M_1 ——由标定试验确定的热箱外壁热流系数, W/K ;

M_2 ——由标定试验确定的试件框热流系数, W/K ;

$\Delta\theta_1$ ——热箱外壁内、外表面面积加权平均温度之差, K;
 $\Delta\theta_2$ ——试件框热侧冷侧表面面积加权平均温度之差, K;
 S ——填充板的面积, m^2 ;
 G ——填充板的热导率, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

$\Delta\theta_3$ ——填充板两表面的平均温差, K;

A ——试件面积, m^2 ;按试件外缘尺寸计算,如试件为采光罩,其面积按采光罩水平投影面积计算;

Δ_t ——热箱空气平均温度 t_h 与冷箱空气平均温度 t_c 之差, K。

如果试件面积小于试件洞口面积时,式中分子 $S \cdot G \cdot \Delta\theta_3$ 项为聚苯乙烯泡沫塑料填充板的热损失。

(c) 试件传热系数 K 值取两位有效数字。

4.2.3 建筑外门传热系数

1 外门保温性能按传热系数 K 值分为 V 级,其分级指标见表 4.2.3。

表 4.2.3 外门保温性能分级

等级	传热系数 $K, \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
I	$K \leq 1.50$
II	$1.50 < K \leq 2.50$
III	$2.50 < K \leq 3.60$
IV	$3.60 < K \leq 4.80$
V	$4.80 < K \leq 6.20$

2 检测

1) 检测装置见《建筑外门保温性能分级及其检测方法》GB/T16729。

2) 检测步骤

(a) 启动检测装置,按照要求控制热室、冷室和外环境空气温度。

(b) 当冷热室空气温度达到规定要求,并且电暖气加热功率稳定不变 4h 之后,开始测量各个参数,逐时测得的热室空气温度 t_h 和热室外壁内、外表面之间的平均温差 $\Delta\theta_1$ 每小时变化

不大于 0.2K,冷室空气温度 t_c 每小时变化不大于 0.5K,当这些变化不是单向变化时,可视传热过程已进入稳定状态。

(c) 传热过程进入稳定状态之后,每隔一小时测量一次参数 t_h 、 t_c 、 $\Delta\theta_1$ 、 $\Delta\theta_2$ 和 Q 。这些参数是根据冷室空气温度波动出现最高和最低两个时刻测量的平均值。

(d) 取 4 次测量结果的平均值。

3) 结果处理

(a) 传热系数 K 值应按式(4.2.3-1)计算:

$$K = \frac{Q - m_1 \cdot \Delta\theta_1 - m_2 \cdot \Delta\theta_2}{A \cdot \Delta t} \quad (4.2.3-1)$$

式中: K ——传热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;

Q ——电暖气加热功率, W ;

m_1 ——热室外壁热流系数, W/K ;

m_2 ——试件框热流系数, W/K ;

$\Delta\theta_1$ ——热室外壁内外表面之间平均温差, K ;

$\Delta\theta_2$ ——试件框热侧表面与冷侧表面之间平均温差, K ;

Δt ——热室空气温度 t_h 与冷室空气温度 t_c 之差, K ;

A ——试件面积,按试件外缘尺寸计算, m^2 。

(b) 当试件面积小于洞口面积时,应采用与试件厚度相近的标准板(如半硬质聚苯乙烯泡沫塑料板)封堵空隙。试件传热系数 K 应按式(4.2.3-2)计算:

$$K = \frac{Q - m_1 \cdot \Delta\theta_1 - m_2 \cdot \Delta\theta_2 - S \cdot G \cdot \Delta\theta_3}{A \cdot \Delta t} \quad (4.2.3-2)$$

式中: S ——标准板面积, m^2 ;

G ——标准板热导率, $W/(m^2 \cdot K)$;

$\Delta\theta_3$ ——标准板热侧表面与冷侧表面之间平均温差, K 。

式中其余符号意义同式(4.2.3-1)。

(c) 计算结果取三位有效数字。

(d) 传热系数 K 测量相对误差不应大于 5%。

4.3 外窗、透明幕墙气密性

4.3.1 外窗气密性采用标准状态 10Pa 压力差下的单位缝长空气渗透量 q_1 或单位面积空气渗透量 q_2 进行评价。透明幕墙开启部分和固定部分的气密性采用标准状态 10Pa 压力差下的单位缝长空气渗透量 q_3 、 q_4 进行评价。

4.3.2 外窗气密性分级及其分级指标见表 4.3.2。

表 4.3.2 建筑外窗气密性分级及其分级指标

分 级	1	2	3	4	5
单位缝长分级指标值 q_1 , [$\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$]	$4.0 < q_1 \leq 6.0$	$2.5 < q_1 \leq 4.0$	$1.5 < q_1 \leq 2.5$	$0.5 < q_1 \leq 1.5$	$q_1 \leq 0.5$
单位面积分级指标值 q_2 , [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]	$12 < q_2 \leq 18$	$7.5 < q_2 \leq 12$	$4.5 < q_2 \leq 7.5$	$1.5 < q_2 \leq 4.5$	$q_2 \leq 1.5$

4.3.3 透明幕墙气密性分级及其分级指标见表 4.3.3。

表 4.3.3 透明幕墙气密性分级及其分级指标 $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$

分级	1	2	3	4	5
开启部分单位缝长分级指标值 q_3	$q_3 \leq 0.5$	$0.5 < q_3 \leq 1.5$	$1.5 < q_3 \leq 2.5$	$2.5 < q_3 \leq 4.0$	$4.0 < q_3 \leq 6.0$
固定部分单位缝长分级指标值 q_4	$q_4 \leq 0.01$	$0.01 < q_4 \leq 0.05$	$0.05 < q_4 \leq 0.10$	$0.10 < q_4 \leq 0.20$	$0.20 < q_4 \leq 0.50$

4.3.4 外窗(含阳台门)气密性能检测方法

1 检测装置

图 3 为检测装置示意图。

a—压力箱;b—空气流量计;c—测压系统;d—供压系统;e—压力计
f—镶嵌框;g—试件;h—进气口挡板

图 3 检测装置示意图

1) 压力箱

压力箱应有足够的刚度和良好的密封性能,箱体一侧开口部位可安装试件。

2) 压力计

压力计的误差不应大于 1Pa。

3) 空气流量计

当空气流量不大于 $3.5\text{m}^3/\text{h}$ 时,测量误差不应大于 10%;当空气流量大于 $3.5\text{m}^3/\text{h}$ 时,测量误差不应大于 5%。

2 外窗试件

1) 同一窗型、规格尺寸的三樘试件为一组;

2) 试件应为生产厂家提供的合格产品或研制的样窗;

3) 试件组合、装配、镶嵌必须符合设计要求,并保持清洁、干燥;不得附有任何多余的零配件或采取特殊的组装工艺;

4) 试件应安装在镶嵌框上,并与镶嵌框连接牢固。安装好的试件要求垂直,下框要求水平,不允许因安装而出现变形;

5) 试件安装口与试件之间的接缝应采取密封措施。

3 检测步骤

试件安装完毕后,应将试件可开启部分开关 5 次,然后关紧,待全部检查符合设计要求后方可开始进行检测。检测压差顺序

见图 4。

注：图中符号 ▼ 表示将试件的可开启部分开关 5 次。

图 4 检测压差顺序图

1) 预备加压

在正负压检测前分别施加三个压力脉冲，压力差绝对值为 50Pa，加载速度约为 100Pa/s。压力稳定作用时间为 3s，泄压时间不小于 1s，待压力差回零后，将试件上所有可开启部分开关 5 次，最后关紧。

2) 附加空气渗透量测定

将试件上的可开启缝隙和镶嵌缝隙充分密封，或用不透气的盖板将箱体开口部盖严，然后按照图 4 逐级加压，每级压力作用时间约为 10s，先逐级正压，后逐级负压，记录各级测量值。

3) 总渗透量的测定

除去试件上所加密封措施或打开密封盖板后进行检测，检测程序同附加渗透量的测定。

4 结果处理

1) 计算

分别计算出升压和降压过程中在 100Pa 压差下的两个附加渗透量测定值的平均值 $\bar{q}_f$ 和两个总渗透量测定值的平均值 $\bar{q}_z$ ，则窗试件本身 100Pa 压力差下的渗透量 q_t (m^3/h) 即可按(4. 3. 4-1)式计算：

$$q_t = \bar{q}_z - \bar{q}_f \quad (4.3.4-1)$$

然后,再用(4.3.4-2)式将 q_t 换成标准状态下的渗透量 q' 值。

$$q' = \frac{293}{101.3} \times \frac{q_t \cdot p}{T} \quad (4.3.4-2)$$

式中: q' ——标准状态下通过试件空气渗透量值, m^3/h ;

p —— 试验室气压值, kPa ;

T —— 试验室空气温度, K ;

q_t —— 试件渗透量测定值, m^3/h 。

单位开启缝长空气渗透量 q_1 和单位面积的空气渗透量 q_2 按(4.3.4-3)式和(4.3.4-4)式计算:

$$q_1 = \frac{q'}{l} \quad (4.3.4-3)$$

$$q_2 = \frac{q'}{A} \quad (4.3.4-4)$$

式中: q_1 —— 单位开启缝长空气渗透量, $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$;

q_2 —— 单位面积的空气渗透量, $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;

q' —— 标准状态下通过试件空气渗透量值, m^3/h ;

l —— 试件开启缝长度, m ;

A —— 试件面积, m^2 。

正压、负压分别按(4.3.4-1)式~(4.3.4-4)式进行计算。

2) 分级指标值的确定

为了保证分级指标值的准确度,采用 100Pa 检测压力差下的测定值 $\pm q_1$ 值或 $\pm q_2$ 值,按(4.3.4-5)式或(4.3.4-6)式换算为 10Pa 检测压力差下的相应 $\pm q_1$ 值,或 $\pm q_2$ 值。

$$\pm q_1 = \frac{\pm q'_1}{4.65} \quad (4.3.4-5)$$

$$\pm q_2 = \frac{\pm q'_2}{4.65} \quad (4.3.4-6)$$

式中: q_1 —— 10Pa 作用压力下单位缝长空气渗透量值, $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$;

q_2 —— 10Pa 作用压力下单位面积空气渗透量值, $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;

q_1 —— 100Pa 作用压力下单位缝长空气渗透量值, $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$;

q_2 —— 100Pa 作用压力下单位面积空气渗透量值, $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

取三樘试件的 $\pm q_1$ 值或 $\pm q_2$ 值各自的平均值,对照表 4.3.2 确定按照缝长和按面积各自所属等级,最后取两者中的不利级别为该组试件所属等级,正、负压测量值分别定级。

4.3.5 透明幕墙气密性能检测方法

1 检测装置

检测装置应具有安装试件所需足够大的开口部位,其原理和要求与 4.3.4 相同。

2 幕墙试件

1) 试件应为生产厂家提供的合格产品或组件;

2) 试件组合、装配、镶嵌必须符合设计要求,并保持清洁、干燥,不得附有任何多余的零配件或采取特殊的组装工艺;

3) 试件宽度最少应包括一个承受设计负荷的垂直承力构件。试件高度最少包括一个层高,并在垂直方向上要有二处或二处以上和承重结构相连接。试件的安装和受力状态应尽可能与实际相符;

4) 试件应安装在镶嵌框上,并与镶嵌框连接牢固。安装好的试件要求垂直,下框要求水平,不允许因安装而出现变形;

5) 试件必须包括典型的垂直接缝和水平接缝。试件安装口与试件之间的接缝应采取密封措施。

3 检测步骤

试件安装完毕后,应将试件可开启部分开关数次,然后关紧。待全部检查符合设计要求后方可开始进行检测。

1) 预备加压

用 250Pa 的压力差对试件预备加压,稳定作用时间为 5min。然后使压力差降为 0,待试件挠度消除后即可开始检测。

2) 总渗透量的测定

按表 4.3.5 中规定的各级压力差值依次加压,每级压力作用

时间不得少于 10s。记录各级空气渗透量测量值,以 100Pa 作用下的测量值作为总渗透量 q_z (m^3/h)。

表 4.3.5 幕墙试件加压顺序 (Pa)

加压顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
压力差值	10	20	30	50	70	100	150	100	70	50	30	20	10

3) 附加渗透量测定

将试件上的可开启部分的缝隙充分密封,然后按 2) 的程序进行检测。记录各级空气渗透量测量值,以 100Pa 作用下的测量值作为附加渗透量 q_4 (m^3/h)。

4 结果处理

1) 计算

幕墙试件上开启部分的空气渗透量 q_3 (m^3/h) 按(4.3.5-1)式计算:

$$q_3 = q_z - q_4 \quad (4.3.5-1)$$

然后,再用(4.3.5-2)式和(4.3.5-3)式将 q_3 和 q_4 换算成 10Pa 作用下标准状态的渗透量值。

$$q_{03} = \frac{293}{101.3} \times \frac{q_3 \cdot p}{T} \times \frac{1}{4.65} \quad (4.3.5-2)$$

$$q_{04} = \frac{293}{101.3} \times \frac{q_4 \cdot p}{T} \times \frac{1}{4.65} \quad (4.3.5-3)$$

式中: q_{03} —— 10Pa 压力下标准状态开启部分的空气渗透量值, m^3/h ;

q_{04} —— 10Pa 压力下标准状态固定部分的空气渗透量值, m^3/h ;

P —— 试验室气压值, kPa;

T —— 试验室空气温度, K。

2) 分级指标值的确定

开启部分单位缝长空气渗透量 q_3 和固定部分单位缝长空气渗透量 q_4 按(4.3.5-4)式和(4.3.5-5)式计算:

$$q_3 = \frac{q_{03}}{l_1} \quad (4.3.5-4)$$

$$q_4 = \frac{q_{04}}{l_2} \quad (4.3.5-5)$$

式中： q_3 ——开启部分单位缝长空气渗透量， $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$ ；

q_4 ——固定部分单位缝长空气渗透量， $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$ ；

l_1 ——试件开启部分缝长度， m ；

l_2 ——试件固定部分缝长度， m 。

5 分别以 q_3 和 q_4 作为幕墙开启部分和固定部分空气渗透性能的分级指标。

5 建筑物节能检测

5.1 围护结构热工缺陷

5.1.1 在建筑物节能检测中,宜优先进行围护结构热工缺陷检测。

5.1.2 建筑物围护结构热工缺陷检测,主要分为外表面热工缺陷、内表面热桥和内表面热工缺陷检测。

5.1.3 围护结构热工缺陷采用红外热像仪进行检测,且宜按照附录 D 所示流程进行。

5.1.4 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使用波长应处在 $8.0\sim 14.0\mu\text{m}$ 之内,传感器分辨率不应低于 0.1°C ,其测量误差应小于 0.5°C 。

5.1.5 围护结构热工缺陷检测前宜具备下列资料:

- 1 红外热像仪的性能和规格型号
- 2 建筑围护结构特征
- 3 面层材料的辐射性能
- 4 气候因素
- 5 测试的可能性
- 6 环境影响
- 7 其他重要因素

5.1.6 检测应在房间供热或供冷系统稳定运行后进行,且环境条件应符合下列规定:

1 室外空气温度,检测前至少 24h 内的日平均温度与开始检测时相比,变化不应超过 $\pm 10^{\circ}\text{C}$,检测期间的平均温度与开始检测时相比,变化不应超过 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

2 室内空气温度逐时值,检测期间与开始检测时相比,变化

不应超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

3 围护结构两侧空气温差的逐时值,检测前至少 24h 内和检测期间,均不宜低于 10°C 。

4 室外风速急剧变化时不宜进行检测。

5 进行外围护结构内表面热工缺陷检测时,要避免灯光直射,至少检测开始前 12h,被检测的围护表面不应受到太阳直接辐射。

5.1.7 检测时应首先对围护结构进行普测,然后对异常部位进行检测。

5.1.8 检测前应采用表面式温度计在被检测的围护结构表面测出参照温度,以此调整红外热像仪的发射率,使红外热像仪的测量结果等于参照温度;应在与目标距离相等的不同方向扫描同一个部位,检查邻近物体是否对被测的围护结构表面造成影响,必要时可采取遮挡措施或者关闭室内辐射源。

5.1.9 建筑围护结构同一部位的红外热谱图不应少于 4 张。如果所拍摄的红外热谱图中主体区域过小,应单独拍摄 2 张以上主体部位热谱图。所检测部位的热谱图,应用草图说明其所在位置,并应附上可见光照片。红外热谱图上应标明参照温度的位置和数据。

5.1.10 异常部位宜通过将实测热谱图与被测部分的预期温度分布进行比较确定,实测热谱图中出现的异常,如果不是围护结构设计或热(冷)源、测试方法等原因造成,则可认为是缺陷。

5.1.11 围护结构外表面主体区域平均温度与缺陷区域最高(最低)温度差按照式(5.1.11-1)和式(5.1.11-2)计算,相对面积按照式(5.1.11-3)和式(5.1.11-4)计算。

$$\Delta T = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta T_j}{n} \quad (5.1.11-1)$$

$$\Delta T_j = |T_{1j} - T_{2j}| \quad (5.1.11-2)$$

$$\phi = \frac{\sum_{j=1}^n \phi_j}{n} \quad (5.1.11-3)$$

$$\phi_j = \frac{\sum_{i=1}^m A_{ij}}{A_{0j}} \times 100\% \quad (5.1.11-4)$$

式中： ΔT ——围护结构外表面主体区域平均温度与缺陷区域最高(最低)温度差($^{\circ}\text{C}$)；

ΔT_j ——第 j 张热谱图的围护结构外表面主体区域平均温度与缺陷区域最高(最低)温度差($^{\circ}\text{C}$)；

T_{1j} ——第 j 张热谱图的围护结构外表面主体区域平均温度($^{\circ}\text{C}$)；

T_{2j} ——第 j 张热谱图的围护结构缺陷区域最高(最低)温度($^{\circ}\text{C}$)；

ϕ 、 ϕ_j ——分别为相对面积及第 j 张热谱图的相对面积($\%$)；

A_{ij} ——第 j 张热谱图的缺陷区域面积,是指与 T_{1j} 的温度差 $\geq \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的点所组成的面积(m^2)；

A_{0j} ——第 j 张热谱图的围护结构主体区域面积,是指所检测的部位所在楼层房间的墙面面积(不包括门窗)或者屋面面积(m^2)；

n ——热谱图数量；

m ——缺陷区域数量。

5.1.12 围护结构内表面相对温差按照式(5.1.12-1)和式(5.1.12-2)计算。

$$\delta_t = \frac{\sum_{j=1}^n \delta_{tj}}{n} \quad (5.1.12-1)$$

$$\delta_{tj} = \left| \frac{T_{1j} - T_{2j}}{T_{2j} - T_0} \right| \times 100\% \quad (5.1.12-2)$$

式中： δ_t 、 δ_{tj} ——分别为相对温差及第 j 张热谱图的相对温差($\%$)；

T_{1j} ——第 j 张热谱图的围护结构主体区域平均温度($^{\circ}\text{C}$)；

T_{2j} ——第 j 张热谱图的围护结构缺陷区域最高(最低)温度($^{\circ}\text{C}$);

T_0 ——环境参照温度;

n ——热谱图数量;

5.1.13 应对实测热像图进行分析并判断是否存在热工缺陷以及缺陷的类型和严重程度,可通过与参考热像图的对比进行判断,必要时可采用内窥镜、取样等方法进行认定。

5.2 围护结构主体部位热阻或传热系数

5.2.1 围护结构传热系数现场检测宜采用热流计法或经国家或重庆市有关行业主管部门组织的技术鉴定会认定的其他方法。

5.2.2 热流计及其标定应符合《建筑用热流计》JG/T3016 的规定。

5.2.3 温度传感器用于表面温度测量时,测量不确定度应小于 0.5°C ;用一对温度传感器直接测量表面温度时,测量不确定度应小于 2% ;用两个温度值相减求取温差时,测量不确定度应小于 0.2°C 。

5.2.4 热流和温度测量应采用自动数据采集记录仪表,数据存储应适用于计算机分析。测量仪表的附加误差应小于 $4\mu\text{V}$ 或 0.1°C 。

5.2.5 检测主体部位传热系数时,测点不得少于三点,且不应靠近冷、热桥以及裂缝和有空气渗漏的部位,应避免受加热、风扇设备气流和辐射的直接影响。

5.2.6 热流计应直接安装在被测围护结构的内表面,且应与待测结构表面完全接触。

5.2.7 温度传感器应安装在被测围护结构两侧表面,内表面温度传感器应靠近热流计安装,外表面温度传感器宜在热流计相对应的位置安装。温度传感器连同至少 0.1m 长引线应与被测表面紧密接触。传感器表面辐射系数应与被测表面基本相同。

5.2.8 检测应在房间冬季供热或夏季供冷系统正常运行后进

行,冬季检测宜选在最冷月且应避开雨雪天气和气温剧烈变化的天气,夏季检测宜选在最热月且室外平均温度及温度波动幅度基本稳定的天气,检测持续时间应不少于 96h。检测期间室内空气温度应保持基本稳定,被检测的围护结构外表面宜不受阳光直射。

5.2.9 检测期间应逐时记录热流密度和内、外表面温度。数据采样间隔宜短于传感器最小时间常数的二分之一。

5.2.10 应按下式计算围护结构热阻,并符合下列规定:

$$R = \frac{\sum_{j=1}^n (\theta_{ij} - \theta_{Ej})}{\sum_{j=1}^n q_j} \quad (5.2.10)$$

式中: R ——围护结构热阻($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$);

θ_{ij} ——围护结构内表面各测点温度第 j 次测量值的平均值($^{\circ}\text{C}$);

θ_{Ej} ——围护结构外表面各测点温度第 j 次测量值的平均值($^{\circ}\text{C}$);

q_j ——热流密度各测点第 j 次测量值的平均值(W/m^2)。

1 对于轻型围护结构(单位面积比热容 $<20\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$),宜使用夜间采集的数据(日落后 1h 至日出)计算围护结构热阻。当三个连续夜间的 R 计算值相差不大于 5% 时即可结束测量。

2 对于重型围护结构(单位面积比热容 $\geq 20\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$),应使用全天数据(24h 的整数倍)计算围护结构热阻,且只有满足以下条件时方可结束测量。

1) 末次 R 计算值与 24h 之前的 R 计算值相差不大于 5%;

2) 检测期间内第一个 $\text{INT}(2 \times \text{DT}/3)$ 天的 R 计算值与最后一个同样长的天数内的 R 计算值相差不大于 5%。

注:DT 为检测持续天数,INT 表示取整部分。

5.2.11 应按下式计算围护结构传热系数:

$$K = \frac{1}{R_i + R + R_e} \quad (5.2.11)$$

式中: K ——围护结构传热系数($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$);

R ——围护结构热阻($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$);

- R_i ——内表面换热阻($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$),应根据围护结构所在位置按国家标准《民用建筑热工设计规范》(GB50176)附录二附表 2.2 规定取值;
- R_e ——外表面换热阻($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$),应根据围护结构所在位置按国家标准《民用建筑热工设计规范》(GB50176)附录二附表 2.3 规定取值。

5.3 围护结构热桥部位内表面温度

5.3.1 热桥部位内表面温度宜采用热电偶等温度传感器贴于被测表面进行检测;检测仪表应符合本标准 5.2.3 条的规定;也可采用红外热像仪测量热桥部位内表面温度,但应符合本标准 5.1.4 条的规定。

5.3.2 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协助确定。室内空气温度测点应布置在室内活动区域内且距楼面 700~1800mm 的范围内有代表性的位置。室外空气温度测点布置应符合本标准附录 C 的规定。

5.3.3 内表面温度传感器连同 0.1m 长的引线应与被测表面紧密接触,传感器表面的辐射系数应与被测表面基本相同。

5.3.4 检测应在采暖供热系统正常运行后进行,检测时间宜选在最冷月,且应避开气温剧烈变化的天气。检测持续时间应不少于 96h。温度测量数据记录时间间隔最长不得超过 20min。

5.3.5 室内外计算温度下热桥部位内表面温度应按下式计算:

$$\theta_I = t_{di} - \frac{t_{im} - \theta_{Im}}{t_{im} - t_{en}}(t_{di} - t_{dc}) \quad (5.3.5)$$

式中: θ_I ——室内外计算温度下热桥部位内表面温度($^{\circ}\text{C}$);

θ_{Im} ——检测持续时间内热桥部位内表面温度逐次测量值的算术平均值($^{\circ}\text{C}$);

t_{im} ——检测持续时间内室内空气温度逐次测量值的算术平均值($^{\circ}\text{C}$);

- t_{em} ——检测持续时间内室外空气温度逐次测量值的算术平均值($^{\circ}\text{C}$)；
- t_{di} ——室内计算温度($^{\circ}\text{C}$)，应根据具体设计图纸确定；
- t_{de} ——围护结构冬季室外计算温度($^{\circ}\text{C}$)，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》(GB50176)第 2.0.1 条规定采用。

5.4 建筑物外窗窗口整体密封性能

5.4.1 受检外窗的工程质量应符合国家相关施工验收规范的要求。

5.4.2 检测装置的安装位置应优先考虑按照本标准附录 B 附图 B.0.3-1 的规定执行。但当被检外窗尺寸过大或形状特殊，而按附录 B 附图 B.0.3-1 的规定执行有困难时，宜以被检外窗所在房间为测试单元进行检测，并按本标准附录 B 附图 B.0.3-2 的规定进行安装。

5.4.3 环境参数(室内外温度、室外风速和大气压力)应进行同步检测，当室外风速大于 3m/s 时应停止本项检测。

5.4.4 检测装置安装停妥后，应进行目测检漏。

5.4.5 每个工程的节能检测，均要在首层至少选择一个外窗作为被检窗，且应以该窗为对象对检测装置本身的附加泄漏量进行现场标定。当其附加泄漏量超过总渗透量的 10% 时应在加强堵漏措施后，重新进行标定。在检测装置、现场操作人员 and 操作方式完全相同的情况下，当检测装置移至非首层外窗时，检测装置本身的附加泄漏量可直接采用首层相应外窗检测时的标定数据。

5.4.6 差压表的不确定度应不超过设定差压值的 2% 或 2.5Pa 。

5.4.7 空气流量测量装置的不确定度应满足以下要求：

1 当空气流量不大于 $3.5\text{m}^3/\text{h}$ 时，不准确度不应大于测量值的 10%；

2 当空气流量大于 $3.5\text{m}^3/\text{h}$ 时,不准确度不应大于测量值的 5% 。

5.4.8 除首层被检窗外,其余被检窗宜仅进行正负压差下窗口总渗透量的检测,但应根据检测结果回归出不同工况下的方程,检测装置的附加泄漏量宜取首层的数据。回归方程应采用式(5.4.8)的形式:

$$L = a \times (\Delta P)^c \quad (5.4.8)$$

式中: L ——空气流量(m^3/h);

ΔP ——外窗内外压差(Pa);

a, c ——根据现场的检测数据通过方程回归而得的系数。

5.4.9 检测值的计算

1 检测装置本身的附加泄漏量应根据在首层被检窗上所进行的标定结果计算。

2 被检窗本身的空气渗入量和渗出量应根据式(5.4.9-1)和式(5.4.9-2)计算。

$$Q_{t+} = Q_{z+} - Q_{f+} \quad (5.4.9-1)$$

$$Q_{t-} = Q_{z-} - Q_{f-} \quad (5.4.9-2)$$

式中:

Q_{t+}, Q_{t-} ——非标准状态下,窗内外压差为 10Pa 时,建筑物外窗窗口本身的空气渗入量和渗出量(m^3/h);

Q_{z+}, Q_{z-} ——非标准状态下,窗内外压差为 10Pa 时,建筑物外窗窗口的总空气渗入量和渗出量(m^3/h);

Q_{f+}, Q_{f-} ——非标准状态下,窗内外压差为 10Pa 时,检测装置的附加空气渗入量和渗出量(m^3/h)。

3 建筑物外窗窗口本身的空气渗透量应根据式(5.4.9-3)计算:

$$Q_t = (Q_{t+} - Q_{t-})/2 \quad (5.4.9-3)$$

式中:

Q_t ——非标准状态下,窗内外压差为 10Pa 时,建筑物外窗窗口本身的空气渗透量(m^3/h);

4 标准状态下建筑物外窗窗口本身的空气渗透量应按式(5.4.9-4)计算:

$$Q_{st} = \frac{293}{101.3} \times \frac{B}{(t + 293)} \times Q_t \quad (5.4.9-4)$$

式中:

Q_{st} ——标准状态下,窗内外压差为 10Pa 时,建筑物外窗窗口本身的空气渗透量(m^3/h);

B ——检测现场的大气压力(kPa);

t ——检测装置附近的室内空气温度($^{\circ}\text{C}$);

5 建筑物外窗窗口单位空气渗透量应按式(5.4.9-5)计算:

$$q_a = \frac{Q_{st}}{A_w} \quad (5.4.9-5)$$

式中:

q_a ——标准状态下,窗内外压差为 10Pa 时,建筑物外窗窗口单位空气渗透量($\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$);

A_w ——外窗窗口的面积(m^2),当外窗形状不规则时应计算其展开面积。

5.5 屋顶和西向外墙内表面最高温度

5.5.1 检测应在土建工程完工至少 3~6 个月后的夏季进行,检测持续时间应不少于 24h,采样数据间隔不大于 20min。室外气候条件应符合下列规定:

1 检测开始前 2 天应为晴天或少云天气;

2 检测当天应为晴天或少云天气,水平面的太阳辐射照度最高值不宜低于 $882\text{W}/\text{m}^2$;

3 检测日室外最高空气温度宜在 $36.9\sim 40.9^{\circ}\text{C}$ 之间。

5.5.2 被检测的屋顶和西向外墙应受到阳光照射,白天不应被其它物体遮挡。所在房间的外窗全部开启,自然通风良好。

5.5.3 检测时应同时检测室外空气温度、被检屋顶和西向外墙

内外表面温度、室外风速、室外太阳辐射照度。室内空气温度测点置于房间中央,距地面 1.5~2.0m,测点应避免阳光直射。内外表面温度检测应符合本标准第 5.2 节规定。室外参数的检测应符合本标准附录 C 的规定。

5.5.4 内外表面测点应对称布置在被检测的屋顶和西向外墙主体部位两侧,且应避开热桥,每侧应布置至少 3 个测点,其中一点接近中央位置。

5.5.5 表面温度应取所有相应测点检测持续时间内检测结果的平均值。

5.6 外表面太阳辐射吸收系数

5.6.1 所检测的围护结构外表面材料应直接在现场取样,取样的尺寸应满足测试要求。当外表面材料不宜直接取样时,可采用相同的材料和相同的施工方法制作试样进行测试。

5.6.2 所取样品的太阳光反射比(ρ_s)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/T2680 的规定执行。

5.6.3 材料外表面太阳辐射吸收系数(α)应按式(5.6.3)计算:

$$\alpha = 1 - \rho_s \quad (5.6.3)$$

5.7 外窗遮阳设施

5.7.1 外窗遮阳设施检测应包括遮阳设施的位置和构件尺寸、角度以及构件材料光学特性的检测。

5.7.2 对于可调控姿态的遮阳装置,应检测遮阳构件的转动或活动范围。

5.7.3 遮阳设施位置的检测可采用卷尺、钢直尺等。遮阳构件尺寸的检测可采用钢卷尺、游标尺等,角度的检测可采用角度尺。

5.7.4 遮阳构件的转动范围可用角度尺测量,活动范围可用钢卷尺测量。

5.7.5 遮阳设施的检测应在遮阳设施安装完毕后进行。可控制姿态的遮阳设施的控制范围的检测应在 10 次以上全程调整之后进行。

5.7.6 构件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。太阳光反射比和太阳光直接透射比的检测应按《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 的规定执行。

附录 A 仪器仪表的性能要求

A.0.1 在按本标准进行节能检测过程中,除另有规定外,所使用的仪器仪表的性能应符合附表 A 的有关规定。

附表 A 仪器仪表的性能要求

序号	测量参数	测头不确定度 ($^{\circ}\text{C}$)	二次仪表		总不确定度
			功能	精度(级)	
1	空气温度	$\leq 0.3(25^{\circ}\text{C})$	应具有自动采集和存储数据功能,并可以和计算机接口	0.1	$\leq 0.5^{\circ}\text{C}$
2	空气温差	$\leq 0.2(25^{\circ}\text{C})$			$\leq 0.3^{\circ}\text{C}$
3	风速	/		/	$\leq 0.5\text{m/s}$

附录 B 建筑物外窗窗口单位空气渗透量的检测操作程序

B.0.1 检查受检外窗的工程质量验收文件,并对受检外窗的外观质量和安装质量进行目检。若存在明显缺陷,则应停止检测工作或另行选择受检外窗。同时应对环境温度、大气压力和室外风速进行检测。

B.0.2 关闭住宅户门,同时开启一扇室内其它外窗,并使之一直处于开启状态。连续开启和关闭受检外窗 5 次,受检外窗应能工作正常。

B.0.3 在确认受检外窗已完全关闭的情况下,按照附图 B.0.3-1 或附图 B.0.3-2 的要求安装检测装置。

B.0.4 目测检测装置本身和密封板或透明膜与围护结构的密封状况。

B.0.5 每次正式检测前,均应顺次施加三个压力脉冲,压力差绝对值为 150Pa,加压速度约为 50Pa/s,压力稳定作用时间每个压力脉冲不少于 60s,泄压时间不少于 30s。压力脉冲试验中和结束后,均应通过目测或手感等方法对密封板或透明膜与围护结构的密封状况进行检查。

B. 0. 6 当受检外窗位于首层时,则应采用密封胶带将受检外窗本身的缝隙从室外侧进行密封处理。

B. 0. 7 分别按照附图 B. 0. 7-1 和附图 B. 0. 7-2 中减压和加压顺序进行逐级减压和加压,每级压差稳定作用时间不少于 5min,记录逐级作用压差下系统的空气渗透量,利用该两组数据通过回归方程分别求得在减压和加压工况下,压差为 10Pa 时,检测装置本身的附加空气渗透量。

B. 0. 8 将受检外窗室外侧密封胶带揭去,然后重复 B. 0. 7 的操作,计算压差为 10Pa 时,受检外窗窗口的总空气渗透量。

附录 C 室外气象参数

C.1 一般规定

C.1.1 室外气象参数测点的位置、数量以及检测时间间隔与检测持续时间,应满足检测目的的要求。

C.1.2 需要同时检测室外空气温度,室外风速、太阳辐射等室外气象参数时,宜采用自动气象站,自动气象站宜具有风速、气温、太阳辐射等气象数据的采集、存储、显示、远距离传输通讯、计算机气象数据处理的功能,测量各气象参数的仪表技术指标应符合本标准的规定。

C.1.3 室外气象参数仪表测量范围应符合测量地点气象条件的要求。

C.2 室外空气温度

C.2.1 室外空气温度的测量,应采用温度巡检仪,逐时采集和记录。室外空气温度测头与二次仪表的总不准确度应符合本标准附录 A 附表 A 的规定。

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 5~10m 的范围内,且应避免阳光直射。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应大于 0.20m,且宜在建筑物两个不同方向同时设置测点。温度传感器距地面的高度宜在 1.5~2m 的范围内,且应避免室外固有冷热源的影响。在正式开始采集数据前,温度传感器在现场应有不少于 30min 的环境适应时间。

C.2.3 室外空气温度的测试时间应和室内空气温度的测试时间同步。采样时间间隔宜短于传感器最小时间常数。数据记录时间间隔不应短于 20min。

C.3 室外风速

C.3.1 室外风速应采用旋杯式风速计或其他风速计测量,有条件时,宜逐时巡检,其不确定度应满足本标准附录 A 附表 A 的规定。

C.3.2 室外风速的测点与室外空气温度测点相同。

C.3.3 使用热电风速仪测量时,测头的小红点应对准迎风面,测量过程中要注意保护测头,避免在有腐蚀性气体的环境中使用。

C.4 太阳辐射强度

C.4.1 水平面太阳辐射强度的测量应符合中央气象局编定的《地面气象观测规范》的有关规定。观测方法应按《日射观测方法》中的有关条文执行。

C.4.2 水平面太阳辐射照度的测试场地应选择在无明显倾斜的平坦地方,东、南、西三面及北回归线以南的测试地点的北面离开障碍物的距离,应为障碍物高度的 10 倍以上。在测试场地范围内,应避免有吸收或反射能力较强的材料(如煤渣、石灰等)。

C.4.3 水平面太阳辐射照度用天空辐射表测量。为便于读数和记录,二次仪表宜配用电位差计或自动毫伏记录仪,室外太阳总辐射的检测应配有自动记录仪,逐时采集和记录。仪表精度应与世界气象组织(WMO)划分的一级仪表相当。

C.4.4 在日照时间内,根据需要在当地太阳时正点进行观测。

C.4.5 天空辐射表在使用的一年内需经过标定或与已知不确定度的辐射表进行对比,天空辐射表的时间常数应小于 5s,天空辐

射表读数分辨率在 $\pm 1\%$ 以内,非线性误差应不大于 $\pm 1\%$ 。

C.4.6 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接照射。天空辐射表的环境适应时间不得少于30min。

附录 D 建筑物外围护结构热工缺陷的检测流程

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准时区别对待,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时,写法为:“应符合……的规定(或要求)”或“应按……执行”。

重庆市工程建设标准

居住建筑节能检测标准

DBJ50-050-2006

条文说明

2006 重 庆

目 次

1	总则	45
2	术语	46
3	一般规定	47
3.1	检测范围	47
3.2	检测项目	47
3.3	检测设备	47
4	建筑材料、建筑构件节能性能检测	48
4.1	建筑保温材料导热系数	48
4.2	建筑构件热阻或传热系数	48
4.3	外窗、透明幕墙气密性	49
5	建筑物节能检测	51
5.1	围护结构热工缺陷	51
5.2	围护结构主体部位热阻或传热系数	51
5.3	围护结构热桥部位内表面温度	52
5.4	建筑物外窗窗口整体密封性能	52
5.5	屋顶和西向外墙内表面最高温度	52

1 总 则

1.0.1 重庆市于 2002 年 7 月发布实施了《重庆市居住建筑节能设计标准》，为了保证节能建筑构件的质量和节能建筑的节能效果，确保达到建筑节能目标，加强重庆市居住建筑节能工程质量管理，编制本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆地区新建、扩建的居住建筑的节能检测。公共建筑和既有居住建筑节能改造工程的节能检测也可参照执行。

1.0.3 本条规定了本标准检测的主要内容。

1.0.4 本条说明本标准与其它标准、规范的衔接。

2 术 语

本章对本标准中出现的一些主要术语进行了定义。

3 一般规定

3.1 检测范围

3.1.1~3.1.3 在设计合理的条件下,民用建筑节能工程的关键是,在施工过程中要使用高品质的保温材料、建筑构件(包括门窗),并要有较高的施工技术、工艺,有严格的施工要求,才能保证达到节能设计要求,否则建筑节能的效果很难实现。因此,建筑节能检测的范围包括建筑保温材料与构件的节能检测和建筑物的节能检测。

3.2 检测项目

3.2.1~3.2.3 分别规定了建筑材料、建筑构件、建筑物节能检测的项目。

3.3 检测设备

3.3.1~3.3.2 分别提出了对检测设备和仪器仪表的要求。

4 建筑材料、建筑构件节能性能检测

4.1 建筑保温材料导热系数

4.1.1~4.1.4 关于保温材料导热系数检测的规定。

保温材料导热系数检测是针对单一匀质材料,检测仪的型号不同,对样品规格尺寸要求不同。因此,要求样品的规格尺寸及其平整度应满足检测要求。

对于非匀质材料层可按本章 4.2 规定的方法检测其热阻,用其厚度除以热阻可得平均导热系数。

采用具有自动记录功能的设备可避免错误和人为更改记录,使检测结果真实有效。

为保证检测结果准确,检测开始前,应将样品在检测试验室存放不少于 4h。

4.1.5 参照《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定防护热板法》GB10294 或《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定热流计法》GB10295。

4.2 建筑构件热阻或传热系数

4.2.1 参照《建筑构件稳态热传递性质的测定—标定和防护热箱法》GB/T13475。其检测原理是:基于一维稳态传热原理,在试件两侧的箱体(冷箱和热箱)内,分别建立所需的温度、风速和辐射条件,达到稳定状态后,测量空气温度、试件和箱体内壁的表面温度及输入到计量箱的功率,就可计算出试件的热传递系数。对于低热阻试件来说,表面换热系数是传热系数的一个重要部分,

因此正确确定环境温度尤为重要。对于高热阻试件,如果试件任何一边空气温度和辐射温度的不同不影响准确度,那么可以只记录空气温度。

防护热箱法中,计量箱置于防护箱内(见图 1)。控制防护箱的环境温度,使试件内不平衡热流量 Q_2 和流过计量箱壁的热流量 Q_3 减至最小。

标定热箱法的装置(见图 2)置于一个温度受到控制的空间内,该空间的温度可与计量箱内部的温度不同。采用高热阻的箱壁使得流过箱壁的热流量 Q_3 尽量小。输入的总功率 Q_p 应根据箱壁热流量 Q_3 和侧面迂回热损 Q_4 进行修正。流过箱壁的热流量 Q_3 和侧面迂回热损 Q_4 应该用已知热阻的试件进行标定,标定试件的厚度、热阻范围应同被测试件的范围相同,其温度范围亦应与被测试件试验的温度范围相同。

对于特殊的试件,应考虑本标准是否可以适用,或者用其他方法更恰当,如《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定防护热板法》GB10294 或《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定热流计法》GB10295,或者通过计算。

4.2.2 参照《建筑外窗保温性能分级及检测方法》GB/T8484。

4.2.3 参照《建筑外门保温性能分级及其检测方法》GB/T16729。

4.3 外窗、透明幕墙气密性

4.3.1 建筑外窗(阳台门)的气密性能评价指标采用标准状态 10Pa 压力差下的单位缝长空气渗透量和单位面积空气渗透量。透明幕墙开启部分和固定部分的气密性能的评价指标采用标准状态 10Pa 压力差下的单位缝长空气渗透量。

4.3.2 本条规定了建筑外窗(阳台门)气密性能按照标准状态 10Pa 压力差下的单位缝长空气渗透量和单位面积空气渗透量进

行分级的分级指标。

4.3.3 本条规定了透明幕墙开启部分和固定部分的气密性能按照标准状态 10Pa 压力差下的单位缝长空气渗透量进行分级的分级指标。

4.3.4~4.3.5 条文中说明了建筑外窗(阳台门)、透明幕墙开启部分和固定部分的气密性能的检测原理和装置要求,规定了其气密性能的检测步骤和数据处理方法,要求将检测结果全部换算为标准状态 10Pa 压力差下的数据作为其确定气密性能等级的指标,使检测结果具有可比性。

引用标准

《建筑构件稳态热传递性质的测定标定和防护热箱法》GB/T13475

《建筑外窗保温性能分级及检测方法》GB8484

《建筑外门保温性能分级及检测方法》GB/16729

《建筑外窗空气渗透性能分级及其检测方法》GB7107

《建筑幕墙物理性能分级》GB/T15225

《建筑幕墙空气渗透性能检测方法》GB/T15226

《建筑用热流计》JG/T3016

5 建筑物节能检测

5.1 围护结构热工缺陷

5.1.1~5.1.3 采用红外热像仪进行建筑围护结构热工缺陷检测具有纵观全局的效果,同时也可以减小节能检测的工作量,因此应优先检测。

5.1.4~5.1.9 红外热像仪检测结果的准确性除了与仪器性能精度有关,还与发射频率选择、距离、气候、环境的影响等因素有关,因此应进行相关规定和要求,并采取有效措施减少误差。本节条文依据国家行业标准《居住建筑节能检验标准》JGJ132。

5.1.11~5.1.12 规定了围护结构外表面热工缺陷程度和内表面热工缺陷程度的判据计算。

5.2 围护结构主体部位热阻或传热系数

5.2.1 热流计法是目前国内外常用的围护结构热工性能现场测试方法。本节条文主要依据国际标准《建筑构件热阻和传热系数的现场测量》ISO9869 和国家行业标准《居住建筑节能检验标准》JGJ132 编写。

5.2.2~5.2.4 关于检测设备的要求参照《居住建筑节能检验标准》JGJ132。

5.2.5~5.2.7 关于传感器的安装和布置基本参照《居住建筑节能检验标准》JGJ132,考虑到重庆常用的围护结构内部并非均匀,因此规定每个主体部位表面测点不少于 3 个,并以各测点测量数据的平均值作为该表面测量值。

5.2.8 条文中关于检测环境条件和时间的规定是为了尽量维持被测围护结构两侧有较大的温差,并且接近稳定传热状态,减小气候变化对测量结果的影响。

5.2.10 参照《建筑构件热阻和传热系数的现场测量》ISO9869。为了使用简便,数据分析部分删减了动态分析法。

条文中围护结构单位面积比热容可以采用设计参数进行估算,即:

$$C = \sum_{i=1}^n d_i \rho_i c_i$$

式中: C ——围护结构单位面积比热容($\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$);

d_i ——围护结构第 i 层材料厚度(m);

ρ_i ——围护结构第 i 层材料密度(kg/m^3);

c_i ——围护结构第 i 层材料比热($\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$);

n ——围护结构材料层数。

5.2.11 参照《居住建筑节能检验标准》JGJ132。

5.3 围护结构热桥部位内表面温度

5.3.1~5.3.5 本节条文是为了检验热桥部位内表面冬季是否出现结露而编写。参照《居住建筑节能检验标准》JGJ132。

5.4 建筑物外窗窗口整体密封性能

5.4.1~5.4.9 本节条文是为了检验建筑物外窗安装后整体的气密性。参照《居住建筑节能检验标准》JGJ132。

5.5 屋顶和西向外墙内表面最高温度

5.5.1~5.5.6 本节条文是为了检验《民用建筑热工设计规范》GB50176 中的隔热要求而编写。根据《重庆市居住建筑节能设计

标准》的规定,当外墙、屋顶的热惰性指标小于 2.5 时,要符合《民用建筑热工设计规范》GB50176 中的隔热要求规定。

