

江苏省工程建设标准

建筑节能标准

民用建筑节能工程现场热工性能检测标准

In-situ Inspection on Energy Conservation for Civil Buildings

DGJ32/J 23-2006

J10779-2006

主编单位：江苏省建筑科学研究院有限公司

江苏省建设厅新技术推广站

批准部门：江苏省建设厅

实施日期：2006年6月1日

中国建筑工业出版社

江苏省工程建设标准
建筑节能标准
民用建筑节能工程现场热工性能检测标准
In-situ Inspection on Energy Conservation for Civil Buildings
DGJ32/J 23-2006
J10779-2006

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
南京邮电大学印刷厂印刷

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 5 字数: 122 千字

2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月第一次印刷

印数: 1-3000 册 定价: 51.00 元(共四册)

统一书号: 15112·11991

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本厂退换

(邮政编码 210003)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

关于发布《民用建筑节能工程现场热工性能 检测标准》的通知

苏建科(2006)147 号

各省辖市建设局(建委):

由江苏省建筑科学研究院有限公司等单位编制的《民用建筑节能工程现场热工性能检测标准》, 经审定为江苏省工程建设强制性标准, 编号为 DGJ32/J23-2006, 自 2006 年 6 月 1 日起施行。

该标准由江苏省工程建设标准站组织发行。

江苏省建设厅
二〇〇六年四月十四日

抄报: 建设部。

抄送: 厅有关处室, 省建设工程质量监督总站, 省工程建设标准站, 省建设工程设计施工图审核中心, 厅新技术推广站。

前 言

为了进一步贯彻建筑节能政策, 监督节能建筑的工程质量, 检验评定节能建筑的实际效果, 根据江苏省建设厅苏建计(2003 268)号文下达的建设系统科技计划项目中招标项目《节能建筑快速检测技术的研究与开发》(编号 JS2003ZB02)的研究目标与标准编制计划, 制定本标准。编制组经广泛调查研究, 参考了国际和国内其他省(市)标准, 认真总结了节能建筑的测试数据和相关资料, 在广泛征求意见的基础上形成本标准。

本标准的主要内容包括: 总则、术语符号、检测项目、检测仪器要求、检测抽样要求等内容。

本标准由江苏省建筑科学研究院有限公司负责具体解释。本标准在执行过程中如发现需要修改和补充之处, 请将意见和有关资料寄送江苏省建筑科学研究院有限公司(南京市北京西路 12 号, 邮编 210008)。

本标准编制单位: 江苏省建筑科学研究院有限公司、江苏省建设厅新技术推广站、南京航空航天大学、南京工业大学、南京市城镇建筑设计咨询有限公司、南京银城房地产开发公司、常州市建筑科学研究院等。

本标准主要起草人员: 许锦峰、王 华、王然良、刘永刚、
龚延风、张瀛洲、吴志敏、张云龙、
蔡 敏、艾 军、周克印、张豫苏、
杨江金、谢晨光

目 次

1	总则	1
2	术语符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	检测项目	4
4	热阻检测	5
4.1	构件表面温度传感器及安装	5
4.2	热流传感器及安装	5
4.3	测试	6
4.4	热阻的计算	6
5	隔热性能测试	8
5.1	空气温度	8
5.2	太阳辐射	8
5.3	外围护结构内表面温度	8
5.4	隔热性能计算	8
6	冷桥检测	10
7	门窗气密性检测	11
7.1	检测原理及装置	11
7.2	试件及检测要求	12
7.3	检测	12
8	抽样	15
8.1	抽样比例	15
8.2	资料要求	15
9	判定规则	16

附录 A 检测仪器仪表要求

附录 B 动态分析法

附录 C 传热阻的计算

附录 D 本标准用词说明

1 总则

1.0.1 为进一步贯彻建筑节能政策，检验节能建筑的工程质量，特制订本标准。

1.0.2 本标准适用于本省新建、扩建、改建的民用建筑节能工程外围护结构热工性能的现场检测。其他建筑的节能检测可参照执行。

1.0.3 在进行民用建筑节能工程外围护结构热工性能现场检测时，除应符合本标准外，尚应符合国家、地方现行的有关标准、规范的规定。

2 术语符号

2.1 术语

2.1.1 热流计法 Heat flow meter method

指用热流计进行热阻测量并计算传热阻或传热系数的测量方法。

2.1.2 热箱法 Hot box method

指用标定防护热箱对构件进行热阻和传热系数的测量方法。

2.1.3 动态测试方法 Dynamic analysis method

采用热流计法,通过热力学方程考虑测试期间温度及热流的较大的变化幅度对测试结果进行分析计算的方法。

2.2 符号

2.2.1 $\theta_{i,i}, \theta_{e,i}$ —围护结构内、外表面平均温度逐时值 ($^{\circ}\text{C}$)。

2.2.2 $\theta_{i,ij}, \theta_{e,ij}$ —第 j 个(内、外)温度传感器逐时检测值 ($^{\circ}\text{C}$)。

2.2.3 A_j —第 j 个传感器所代表的面积 (m^2)。

2.2.4 A —构件面积 (m^2)。

2.2.5 Q_i —围护结构热流逐时值 (W/m^2)。

2.2.6 Q_{ij} —第 j 个热流计逐时检测值 (W/m^2)。

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

2.2.8 θ_i, θ_e —内、外表面各点各时的平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

2.2.9 \bar{Q} —热流密度各点各时的平均热流 (W/m^2)。

2.2.10 $t_{i,e}$ —空气平均温度逐时值 ($^{\circ}\text{C}$)。

2.2.11 $t_{i,j}$ —第 j 个空气温度传感器逐时检测值 ($^{\circ}\text{C}$)。

2.2.12 n —建筑物室内传感器个数。

2.2.13 I_i —太阳辐射逐时值 (W/m^2)。

2.2.14 I_{ij} —第 j 个天空辐射表逐时检测值 (W/m^2)。

2.2.15 R_l —热红外图形检测得到的冷桥热阻 ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$)。

2.2.16 θ_{le} —热红外图形检测得到的冷桥外表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

2.2.17 t_{ek}, t_{ik} —红外摄像时室内外空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

2.2.18 R_e, R_i —外、内表面空气换热阻。

2.2.19 θ_{ek} —主墙体外表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

2.2.20 q' —标准状态下通过试件空气渗透量值 m^3/h 。

2.2.21 P —试件室内侧气压值, kPa 。

2.2.22 T —试件室内侧空气温度值, K 。

2.2.23 q_t —两个渗透量测定值的平均值, m^3/h 。

3 检测项目

3.0.1 节能建筑应检测以下热工项目:

- 1 屋顶传热阻。
- 2 外墙传热阻。
- 3 底层通风楼板传热阻。
- 4 外门窗气密性。

3.0.2 节能建筑宜检测以下热工项目:

- 1 冷桥传热阻。
- 2 分户墙、楼板传热阻。
- 3 顶、外墙隔热性能。

4 热阻检测

4.1 构件表面温度传感器及安装

4.1.1 表面温度宜采用热敏电阻、热电偶等温度传感器;检测仪表应符合附录 A 的规定。

4.1.2 屋顶、墙体、楼板内外表面温度测点各不得少于 3 个;表面温度测点应选在构件有代表性的位置。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、制冷装置和风扇的直接影响。

4.1.3 温度传感器应在被测围护结构两侧表面安装。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与热流计相对应的位置安装。

4.1.4 表面温度传感器连同 0.1m 长引线应与被测表面紧密接触,应采取有效措施使传感器表面的辐射系数与被测构件表面的辐射系数基本相同。

4.2 热流计及安装

4.2.1 热流计及其标定应符合现行行业标准《建筑用热流计》(JG/T 3016)的规定。检测仪表应符合附录 A 的规定。

4.1.2 屋顶、墙体、楼板热流测点各不得少于 3 个;测点应选在构件有代表性的位置。

4.2.3 热流计应直接安装在被测围护结构的内表面上,且应与表面完全接触;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、制冷装置和风扇的直接影响。

4.2.4 热流计表面的辐射系数应与被测构件表面的辐射系数基本相

同。

4.3 测试

4.3.1 检测应在系统正常运行后进行。

4.3.2 自然通风状态检测,持续检测时间应不小于 2d,其中天气晴好日不少于 1d,逐时记录各点温度、热流数据。

4.3.3 采暖(空调)均匀升(降)温过程不小于 1d,恒温过程应不小于 5d,降(升)温过程不小于 1d,逐时记录各点温度、热流数据。

4.4 热阻的计算

4.4.1 围护结构内、外表面平均温度的逐时值,按下式计算:

$$\begin{aligned}\theta_{i,i} &= \sum \theta_{i,j} \times A_j / A \\ \theta_{e,i} &= \sum \theta_{e,j} \times A_j / A\end{aligned}\quad (4.4.1)$$

4.4.2 围护结构热流的逐时值,按下式计算:

$$Q_i = \sum Q_{ij} \times A_j / n \quad (4.4.2)$$

4.4.3 热阻采用动态分析法计算,当测试条件符合《采暖居住建筑节能检验标准》(JGJ132)时,也可采用算术平均法计算。

1 采用动态分析法进行数据分析时:

(1) 采用恒温期 5d 的测试数据按附录 B 的方法计算热阻。

(2) 当计算结果满足以下一种状态时,其热阻计算值即为实测值:

1) 分别采用恒温过程的后 4d 和后 3d 的测试数据进行拟合,热阻计算值相差不大于 5% 时的后 3d 的热阻计算值。

2) 采用恒温过程的后 4d 或 3d 的测试数据拟合计算,其可信度偏差值小于 5% 时的测试数据热阻计算值。

2 采用算术平均法进行数据分析时:

(1) 按下式计算热阻:

$$R = (\theta_i - \theta_e) / Q \quad (4.4.3)$$

(2) 分别采用恒温过程的前 4d 和后 4d 的测试数据进行计算, R 计算值相差不大于 5% 时,采用恒温过程的后 4d 的测试数据计算 R 值。

3 当有确切数据时,可以考虑围护结构材料含水率的影响,并对热阻进行修正。

4 传热阻的计算见附录 C。

5 隔热性能检测

5.1 空气温度

5.1.1 室内、外空气温度采用热电偶、温度计等传感器进行测试,设备要求见附录 A。

5.1.2 室内空气温度传感器应设于室内活动区域内有代表性的位置,且不应受太阳辐射或室内热源的直接影响。传感器的数量应以每 15 ~ 20m² 的室内面积一个测头为宜。

5.1.3 室外空气温度传感器应设于该区域内空旷位置,传感器应置于标准气象百叶箱内。

5.2 太阳辐射

5.2.1 太阳辐射采用天空辐射表测量太阳辐射,设备要求见附录 A。

5.2.2 天空辐射表应设在有代表性的位置,不得有障碍物遮挡太阳直射辐射或严重影响天空漫射辐射。

5.3 外围护结构内表面温度

5.3.1 屋面、外墙内表面温度的测试、计算见第 4 节。

5.4 隔热性能计算

5.4.1 太阳辐射的逐时值,按下式计算:

$$I_t = \sum I_{ij} \times A_j / A \quad (5.4.1)$$

5.4.2 空气平均温度的逐时值,按下式计算:

$$t_i = \sum t_{ij} / n \quad (5.4.2)$$

5.4.3 根据自然通风状态天气晴好日的空气温度、太阳辐射照度、

内外表面温度测试值,计算外围护结构太阳辐射吸收系数 ρ 、室内外空气温度波幅、内外表面温度波幅、延时时间。

5.4.4 室内恒温过程的 5d 的测试数据,计算外围护结构太阳辐射吸收系数 ρ 、室内外空气温度波幅、内外表面温度波幅、延时时间。

5.4.5 计算外围护结构内外表面衰减倍数与延时时间,推定结构的热惰性指标。

以上计算应由经过校验的计算机软件完成。

6 冷桥检测

6.0.1 冷桥及其他热工缺陷采用红外摄像仪进行红外图形检测，设备要求见附录 A。

6.0.2 检测应在恒温 2d 后且被检测面脱离阳光直射 8h 后进行。

6.0.3 通过图形对比，检测冷桥及其他热工缺陷处的外围护结构外表面温度。

6.0.4 根据热红外图形检测数据，判别冷桥及传热缺陷位置、面积。

6.0.5 根据冷桥构造措施与主墙体热阻测试结果，按下式比较计算冷桥热阻：

$$R_l = R_e K \frac{\theta_{lc} - t_{ik}}{t_{ek} - \theta_{lc}} - R_i \quad (6.0.5)$$

式中：

$$K = \frac{(t_{ek} - \theta_{ek})(R + R_i)}{(\theta_{ek} - t_{ik})R_e} \quad (6.0.5 - 1)$$

R —主墙体热阻

7 门窗气密性检测

7.1 检测原理及装置

7.1.1 现场利用密封板(或透明膜)、围护结构和外窗形成静压箱，通过供风系统从静压箱抽风或向静压箱吹风在检测对象两侧形成正压差或负压差。在静压箱引出测量孔测量压差，在管路上安装流量测量装置测量空气渗透量。图 7.1 为检测装置示意图。

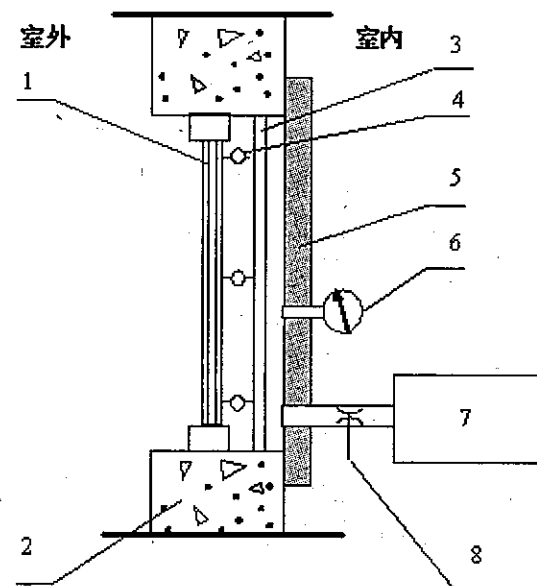


图7.1 检测装置示意图

- | | |
|------------|---------|
| 1-外窗 | 2-围护结构 |
| 3-位移传感器安装杆 | 4-位移传感器 |

- 5-静压箱密封板(透明膜) 6-差压传感器
7-供风系统 8-流量传感器

7.1.2 密封板(或透明膜)与围护结构组成静压箱,各连接处应密封良好。

7.1.3 密封板宜采用组合方式,应有足够的刚度,与围护结构的连接应有足够的强度。

7.1.5 检测仪器的要求

气密性能检测仪器应符合 GB/T 7107-2002 中 5.2.3、5.2.4 的要求;

7.2 试件及检测要求

7.2.1 外窗及连接部位安装完毕达到正常使用状态。

7.2.1 试件选取同窗型、同规格、同型号三樘为一组。

7.2.3 气密检测时的环境条件记录应包括外窗室内外的大气压及温度。当温度、风速、降雨等环境条件影响检测结果时,应排除干扰因素后继续检测,并在报告中注明。

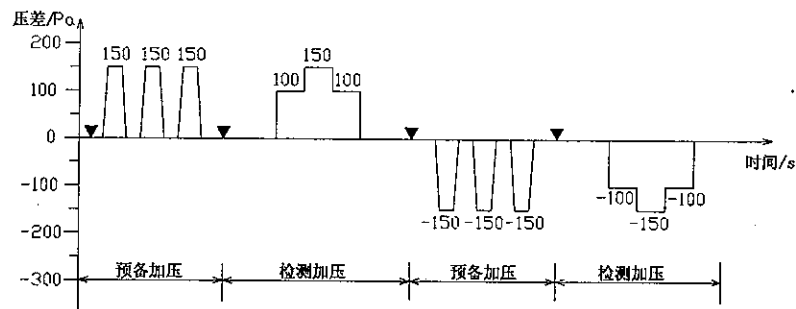
7.2.4 检测过程中应采取必要的安全措施。

7.3 检测

7.3.1 气密性能检测前,测量外窗面积,弧形窗、折线窗应按展开面积计算。在室内侧的窗洞口上安装密封板(或透明膜),确认密封良好。

图 7.3 气密检测压差顺序图

▼检查密封板(或透明膜)的密封状态



7.3.2 气密性能检测按以下顺序进行。

预备加压:正负压检测前,分别施加三个压差脉冲,压差绝对值为 150Pa,加压速度约为 50Pa/s。压差稳定作用时间不少于 3s,泄压时间不少于 1s,检查密封板(或透明膜)的密封状态。

空气渗透量测量:按照图 7.3 逐级加压,每级压差作用时间不少于为 10s,记录升降 100Pa 测量值。

7.3.4 气密检测结果的评定:

分别计算出升压和降压过程中在 100 Pa 压差下的两个渗透量测定值的平均值 q_t (m^3/h),利用式(7.3.4-1)将 q_t 换算成标准状态下的渗透量 q' (m^3/h)值。

$$q' = \frac{293}{101.3} \times \frac{q_t \cdot P}{T} \quad (7.3.4-1)$$

将 q' 值除以检测对象面积 A (m^2),得到在 100 Pa 下单位面积的空气渗透量 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 值,即:

$$q'_2 = \frac{q'}{A} \quad (7.3.4-2)$$

10Pa 压差下单位面积渗透量

$$\pm q_2 = \pm q'_2 / 4.65 \quad (7.3.4-3)$$

根据工程设计值进行判定或按照 GB/T 7107-2002 表 1 确定检测分级指标值。

8 抽样

8.1 抽样比例

8.1.1 同一居住小区围护结构保温措施及建筑平面布局基本相同的建筑物作为一个样本随机抽样。抽样比例不低于样本比数的 10%，至少 1 幢；不同结构体系建筑，不同保温措施的建筑物应分别抽样检测。公共建筑应逐幢抽样检测。

8.1.2 抽样建筑应在顶层与标准层进行至少 2 处墙体、屋面的热阻检测。至少 1 组窗气密性检测。

8.2 资料要求

抽样检测的工程，检测前提供以下资料：

- 1 工程设计文件（包括相关设计变更文件及热工计算书）。
- 2 施工图节能审查批准书、工程项目中使用新墙材的证明书及相关检测报告（或热阻）。
- 3 其它有关资料。

9 判定规则

9.0.1 检测结果满足设计要求或有关标准时,判定合格。

9.0.2 当其中有一项或若干项目检测结果不满足设计要求或有关标准时,且差距不大于 5%时,允许对这些项目加倍抽样复检,当加倍抽样复检结果均满足设计要求或有关标准时,判定合格。否则判为不合格。

9.0.3 当其中有一项或若干项目检测结果不满足设计要求或有关标准时,且差距大于 5%时,判这些项目不合格。

附录 A 检测仪器仪表要求

A.1 热电偶、温度计要求

A.1.1 在按本标准进行检验工程中,使用的热电偶、温度计性能应符合表 A.1 的有关规定:

表 A.1 仪器仪表的性能要求

测量的目标参数	测头的不确定度 ($^{\circ}\text{C}$)	二次仪表		总的 不确定度
		功能	精度(级)	
空气温度	≤ 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	$\leq 2.5\%$
表面温度				

A.2 热流计要求

A.2.1 在按本标准进行检验工程中,使用的热流计性能应符合表 A.2 的有关规定:

表 A.2 热流计的性能要求

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	≤ 0.2	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	$\leq 4.0\%$

A.2.2 热流计及其标定应符合现行行业标准《建筑用热流计》(JG/T3016)的规定。

A.3 天空辐射计要求

A.3.1 在按本标准进行检验工程中,使用的天空辐射计性能应符合表 A.3 的有关规定:

表 A.3 天空辐射计的性能要求

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%

A.4 红外摄像仪要求

A.4.1 在按本标准进行检验工程中,使用的红外摄像性能应符合表 A.4 的有关规定:

表 A.4 红外摄像的性能要求

测量的目标参数	波长 (μm)	分辨率(℃)	总的不确定度 (℃)
		传感器	
外围护结构热工缺陷	2.6~3.0	0.1	0.5
	3.0~5.0		
	8.0~14.0		

附录 B 动态分析法

B.1 对参数 m 由 1 到 3 循环;

B.2 选择时间常数比, r 由 3 到 10 循环, 使得

$$\tau_1 = r \quad \tau_2 = r^2 \quad \tau_3$$

B.3 分别以测试恒温过程的后 4d 和后 3d 的测试数据点数 M(每 d 为 24 或 48 点为佳)为方程数;

B.4 选择最大、最小时间常数组, 使得

$$\Delta t/10 < \tau_1 < p \Delta t/2, \quad p=N-M, \quad N \text{ 为恒温过程的总测试数据点数}$$

数

B.5 拟合计算热阻, 均方差, 选择均方差最小时的热阻作为计算热阻。

B.6 计算可信度。

以上计算应由经过校验的计算机软件完成。

附录 C 传热阻的计算

C.1 用于节能建筑各构件传热阻按下表方法计算：

构件	传热阻 R_0 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	内表面空气 换热阻 $R_i(\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$	外表面空气 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	内、外表 面空气 换热阻 R_i 、 R_e 按 GB50176 取值。本 表值为 一般取 用值。
外墙	$R_i + 1.15R + R_e$	0.11	0.04	实测	
冷桥	$R_i + 1.15R + R_e$	0.11	0.04	实测或 计算	
分户墙	$R_i + 1.10R + R_e$	0.11	0.11	实测或 计算	
楼板	$R_i + 1.10R + R_e$	0.11	0.17	实测或 计算	
底层通 风楼板	$R_i + 1.10R + R_e$	0.11	0.08	实测或 计算	

附录 D 本标准用词说明

D.1 为便于在执行本标准条文区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

D.1.1 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”。

D.1.2 表示严格，在正常情况下均应这样做：正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

D.1.3 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”。

D.2 标准中指明应按其它有关部门标准执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。