

UDC

中华人民共和国行业标准



P

JGJ/T 132 - 2009  
备案号 J85 - 2009

---

# 居住建筑节能检测标准

Standard for energy efficiency test of residential buildings

2009 - 12 - 10 发布

2010 - 07 - 01 实施

---

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

**中华人民共和国行业标准**

**居住建筑节能检测标准**

**Standard for energy efficiency test of residential buildings**

**JGJ/T 132 - 2009**

**批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部**

**施行日期：2 0 1 0 年 7 月 1 日**

**中国建筑工业出版社**

**2010 北 京**

# 中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 461 号

---

## 关于发布行业标准 《居住建筑节能检测标准》的公告

现批准《居住建筑节能检测标准》为行业标准，编号为 JGJ/T 132-2009，自 2010 年 7 月 1 日起实施。原《采暖居住建筑节能检验标准》JGJ 132-2001 同时废止。

本标准由我部标准定额研究所组织中国建筑工程出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部  
2009 年 12 月 10 日

## 前 言

根据原建设部《关于印发〈二〇〇四年度工程建设城建、建工行业标准制订、修订计划〉通知》(建标[2004] 66号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,修订了本标准。

本标准的主要技术内容是:1. 总则;2. 术语和符号;3. 基本规定;4. 室内平均温度;5. 外围护结构热工缺陷;6. 外围护结构热桥部位内表面温度;7. 围护结构主体部位传热系数;8. 外窗窗口气密性能;9. 外围护结构隔热性能;10. 外窗外遮阳设施;11. 室外管网水力平衡度;12. 补水率;13. 室外管网热损失率;14. 锅炉运行效率;15. 耗电输热比。

本标准修订的主要技术内容是:增加了检测项目5项(外窗窗口气密性能、外围护结构隔热性能、外窗外遮阳设施、锅炉运行效率和耗电输热比),删除检测项目2项(即原标准中“建筑物单位采暖耗热量”和“小区单位采暖耗煤量”),并对原标准其他各章进行了全面修订,重新调整了章节构成。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国建筑科学研究院(地址:北京市北三环东路30号,邮政编码:100013)。

本标准主编单位:中国建筑科学研究院

本标准参编单位:哈尔滨工业大学

北京市建筑设计研究院

广东省建筑科学研究院

上海市建筑科学研究院



华南理工大学  
河南省建筑科学研究院  
陕西省建筑科学研究院  
成都市建设工程质量监督站  
成都市墙材革新建筑节能办公室  
江苏省建筑科学研究院有限公司  
住房和城乡建设部科技发展促进中心  
北京振利节能环保科技股份有限公司  
乐意涂料（上海）有限公司  
苏州罗普斯金铝业股份有限公司  
哈尔滨天硕建材工业有限公司  
南京臣功节能材料有限责任公司  
北京爱康环境节能技术公司

本标准主要起草人：徐选才 冯金秋 方修睦 梁 晶  
杨仕超 刘明明 杨玉忠 赵立华  
栾景阳 孙西京 李晓岑 陈顺治  
许锦峰 刘幼农 黄振利 邓 威  
蔡炳基 康玉范 张定干 卜维平  
杨西伟

本标准主要审查人：吴元炜 许文发 狄洪发 杨 淳  
姜 红 冯 雅 任 俊 张 旭  
罗 英 段 恺 林海燕 宋 波

## 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 .....	6
4	室内平均温度 .....	7
4.1	检测方法 .....	7
4.2	合格指标与判定方法 .....	7
5	外围护结构热工缺陷 .....	9
5.1	检测方法 .....	9
5.2	合格指标与判定方法 .....	11
6	外围护结构热桥部位内表面温度 .....	13
6.1	检测方法 .....	13
6.2	合格指标与判定方法 .....	14
7	围护结构主体部位传热系数 .....	15
7.1	检测方法 .....	15
7.2	合格指标与判定方法 .....	17
8	外窗窗口气密性能 .....	18
8.1	检测方法 .....	18
8.2	合格指标与判定方法 .....	19
9	外围护结构隔热性能 .....	20
9.1	检测方法 .....	20
9.2	合格指标与判定方法 .....	21
10	外窗外遮阳设施 .....	22
10.1	检测方法 .....	22

10.2	合格指标与判定方法 .....	22
11	室外管网水力平衡度 .....	23
11.1	检测方法 .....	23
11.2	合格指标与判定方法 .....	23
12	补水率 .....	25
12.1	检测方法 .....	25
12.2	合格指标与判定方法 .....	26
13	室外管网热损失率 .....	27
13.1	检测方法 .....	27
13.2	合格指标与判定方法 .....	27
14	锅炉运行效率 .....	28
14.1	检测方法 .....	28
14.2	合格指标与判定方法 .....	29
15	耗电输热比 .....	30
15.1	检测方法 .....	30
15.2	合格指标与判定方法 .....	31
附录 A	仪器仪表的性能要求 .....	32
附录 B	单位采暖耗热量检测方法 .....	34
附录 C	年采暖耗热量指标 .....	35
附录 D	年空调耗冷量指标 .....	37
附录 E	外围护结构热工缺陷检测流程 .....	39
附录 F	室外气象参数检测方法 .....	40
附录 G	外窗窗口气密性能检测操作程序 .....	42
本标准用词说明 .....		44
引用标准名录 .....		45
附：条文说明 .....		47

# Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms and Symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	4
3	Basic Requirements .....	6
4	Average Room Air Temperature .....	7
4.1	Testing Method .....	7
4.2	Criteria and Evaluating Method .....	7
5	Thermal Irregularities in Exterior Envelopes .....	9
5.1	Detecting Method .....	9
5.2	Criteria and Evaluating Method .....	11
6	Inside Surface Temperature of Thermal Bridge of Exterior Building Envelopes .....	13
6.1	Testing Method .....	13
6.2	Criteria and Evaluating Method .....	14
7	Overall Heat Transfer Coefficients of Building Envelopes .....	15
7.1	Testing Method .....	15
7.2	Criteria and Evaluating Method .....	17
8	Airtightness of Exterior Windows .....	18
8.1	Testing Method .....	18
8.2	Criteria and Evaluating Method .....	19
9	Insulation Performance of Exterior Building Envelopes .....	20
9.1	Testing Method .....	20



9.2	Criteria and Evaluating Method	21
10	Outside Shading Fixtures of Exterior Windows	22
10.1	Testing Method	22
10.2	Criteria and Evaluating Method	22
11	Level of Hydraulic Balance in Outdoor Heating Network	23
11.1	Testing Method	23
11.2	Criteria and Evaluating Method	23
12	Makeup Ratio	25
12.1	Testing Method	25
12.2	Criteria and Evaluating Method	26
13	Heat Loss Ratio of Outdoor Heating Network	27
13.1	Testing Method	27
13.2	Criteria and Evaluating Method	27
14	Operation Efficiency of Boilers	28
14.1	Testing Method	28
14.2	Criteria and Evaluating Method	29
15	Ratio of Electricity Consumption to Transferred Heat Quantity	30
15.1	Testing Method	30
15.2	Criteria and Evaluating Method	31
Appendix A	Requirement to Testing Meters	32
Appendix B	Method of Testing Unit Heat Consumption for Space Heating	34
Appendix C	Index of Annal Heat Consumption for Space Heating	35
Appendix D	Index of Annal Energy Consumption for Space Cooling	37
Appendix E	Flow Chart for Detecting Thermal Irregularities in Exterior Envelopes	39



Appendix F	Method of Testing Weather Data .....	40
Appendix G	Flow Chart for Testing Airtightness of Exterior Windows .....	42
	Explanation of Wording in This standard .....	44
	Normative Standards .....	45
	Explanation of Provisions .....	47

# 1 总 则

**1.0.1** 为了规范居住建筑节能检测方法，推进我国建筑节能的发展，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于新建、扩建、改建居住建筑的节能检测。

**1.0.3** 从事节能检测的机构应具备相应资质，从事节能检测的人员应经过专门培训。

**1.0.4** 本标准规定了居住建筑节能检测的基本技术要求。当本标准与国家法律、行政法规的规定相抵触时，应按国家法律、行政法规的规定执行。

**1.0.5** 进行居住建筑节能检测时，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 水力平衡度 level of hydraulic balance

在集中热水采暖系统中,整个系统的循环水量满足设计条件时,建筑物热力入口处循环水量检测值与设计值之比。

#### 2.1.2 补水率 makeup ratio

集中热水采暖系统在正常运行工况下,检测持续时间内,该系统单位建筑面积单位时间内的补水量与该系统单位建筑面积单位时间设计循环水量的比值。

#### 2.1.3 室内活动区域 occupied zone

在室内居住空间内,由距地面或楼板面 100mm 和 1800mm,距内墙内表面 300mm,距外墙内表面或固定的采暖空调设备 600mm 的所有平面所围成的区域。

#### 2.1.4 室内平均温度 average room air temperature

在某房间室内活动区域内一个或多个代表性位置测得的,不少于 24h 检测持续时间内室内空气温度逐时值的算术平均值。

#### 2.1.5 外窗窗口单位空气渗透量 air leakage rate of opening for exterior window

在标准空气状态下,当受检外窗所有可开启窗扇均已正常关闭且窗内外压差为 10Pa 时,单位窗口面积单位时间内由室外渗入的空气量。

#### 2.1.6 附加渗透量 extraneous air leakage rate

当受检外窗内外压差为 10Pa 时,单位时间内通过检测装置及其密封装置与窗口四周的接合部渗入的空气量。

#### 2.1.7 红外热像仪 Infrared camera

基于表面辐射温度原理,能产生热像的红外成像系统。

### 2.1.8 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。

### 2.1.9 噪声当量温度差 noise equivalent temperature difference

在热成像系统或扫描器的信噪比为 1 时，黑体目标与背景之间的目标-背景温度差，也称温度分辨率。

### 2.1.10 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。

### 2.1.11 环境参照体 ambient reference object

用来采集环境温度的物体，它并不一定具有当时的真实环境温度，但具有与受检物相似的物理属性，并与受检物处于相似的环境之中。

### 2.1.12 正常运行工况 normal operation condition

处于热态运行中的集中热水采暖系统同时满足以下条件时，则称该系统处于正常运行工况。

1 所有采暖管道和设备均处于热状态；

2 某时间段中，任意两个 24h 内，后一个 24h 内系统补水量的变化值不超过前一个 24h 内系统补水量的 10%；

3 采用定流量方式运行时，系统的循环水量为设计值的 100%~110%；采用变流量方式运行时，系统的循环水量和扬程在设计规定的运行范围内。

### 2.1.13 静态水力平衡阀 hand-regulated hydraulic-balancing-valve

阀体上具有测压孔、开启刻度和最大开度锁定装置，且借助专用二次仪表，能手动定量调节系统水流量的调节阀。

### 2.1.14 热桥 thermal bridge

建筑物外围护结构中具有以下热工特征的部位，称为热桥。在室内采暖条件下，该部位内表面温度比主体部位低；在室内空调降温条件下，该部位内表面温度又比主体部位高。

### 2.1.15 热工缺陷 thermal irregularities



当围护结构中保温材料缺失、分布不均、受潮或其中混入灰浆时或当围护结构存在空气渗透的部位时,则称该围护结构在此部位存在热工缺陷。

**2.1.16 采暖设计热负荷指标** index of design heat load for space heating of residential building

在采暖室外计算温度条件下,为保持室内计算温度,单位建筑面积在单位时间内需由室内散热设备供给的热量。

**2.1.17 供热设计热负荷指标** index of design heat load for space heating of residential quarter

在采暖室外计算温度条件下,为保持室内计算温度,单位建筑面积在单位时间内需由锅炉房或其他采暖设施通过室外管网集中供给的热量。

**2.1.18 年采暖耗热量指标** index of annual heat consumption for space heating

按照设定的计算条件,计算出的单位建筑面积在一个采暖期内所消耗的、需由室内采暖设备供给的热量。

**2.1.19 年空调耗冷量指标** index of annual energy consumption for space cooling

按照设定的计算条件,计算出的单位建筑面积在夏季某段规定的时期内所消耗的、需由室内空调设备供给的冷量。

**2.1.20 室外管网热损失率** heat loss ratio of outdoor heating network

集中热水采暖系统室外管网的热损失与管网输入总热量(即采暖热源出口处输出的总热量)的比值。

## 2.2 符 号

ACC ——年空调耗冷量指标;

AHC ——年采暖耗热量指标;

HB ——水力平衡度;

$R_{mp}$  ——补水率;



$q_a$  —— 外窗窗口单位空气渗透量;  
 $q_b$  —— 采暖设计热负荷指标;  
 $q_q$  —— 供热设计热负荷指标;  
 $NETD$  —— 噪声当量温度差;  
 $t_{rm}$  —— 室内平均温度;  
 $\alpha_{ht}$  —— 室外管网热损失率;  
 $\beta$  —— 能耗增加比;  
 $\psi$  —— 相对面积;  
 $\theta_1$  —— 热桥部位内表面温度。

### 3 基本规定

**3.0.1** 当居住建筑进行节能检测时，检测方法、合格指标和判定方法应符合本标准的有关规定。

**3.0.2** 节能检测宜在下列有关技术文件准备齐全的基础上进行：

1 施工图设计文件审查机构审查合格的工程施工图节能设计文件；

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对施工现场随机抽取的外门（含阳台门）、户门、外窗及保温材料所作的性能复验报告，包括门窗传热系数、外窗气密性能等级、玻璃及外窗遮阳系数、保温材料密度、保温材料导热系数、保温材料比热容和保温材料强度报告；

4 热源设备、循环水泵的产品合格证或性能检测报告；

5 外墙墙体、屋面、热桥部位和采暖管道的保温施工做法或施工方案；

6 与本条第 5 款有关的隐蔽工程施工质量的中间验收报告。

**3.0.3** 检测中使用的仪器仪表应具有法定计量部门出具的有效期内的检定合格证或校准证书。除本标准其他章节另有规定外，仪器仪表的性能指标应符合本标准附录 A 的有关规定。

**3.0.4** 居住建筑单位采暖耗热量的现场检测应符合本标准附录 B 的规定。

**3.0.5** 当竣工图中居住建筑物外围护结构的做法和施工图存在差异时，应根据气候区的不同分别对建筑物年采暖耗热量指标和（或）年空调耗冷量指标进行验算，且验算方法应分别符合本标准附录 C 和附录 D 的规定。

## 4 室内平均温度

### 4.1 检测方法

4.1.1 室内平均温度的检测持续时间宜为整个采暖期。当该项检测是为配合其他物理量的检测而进行时，检测的起止时间应符合相应检测项目检测方法中的有关规定。

4.1.2 当受检房间使用面积大于或等于  $30\text{m}^2$  时，应设置两个测点。测点应设于室内活动区域，且距地面或楼面（ $700\sim 1800$ ）mm 范围内有代表性的位置；温度传感器不应受到太阳辐射或室内热源的直接影响。

4.1.3 室内平均温度应采用温度自动检测仪进行连续检测，检测数据记录时间间隔不宜超过 30min。

4.1.4 室内温度逐时值和室内平均温度应分别按下列公式计算：

$$t_{m,i} = \frac{\sum_{j=1}^p t_{i,j}}{p} \quad (4.1.4-1)$$

$$t_m = \frac{\sum_{i=1}^n t_{m,i}}{n} \quad (4.1.4-2)$$

式中： $t_m$  ——受检房间的室内平均温度（℃）；

$t_{m,i}$  ——受检房间第  $i$  个室内温度逐时值（℃）；

$t_{i,j}$  ——受检房间第  $j$  个测点的第  $i$  个室内温度逐时值（℃）；

$n$  ——受检房间的室内温度逐时值的个数；

$p$  ——受检房间布置的温度测点的点数。

### 4.2 合格指标与判定方法

4.2.1 集中热水采暖居住建筑的采暖期室内平均温度应在设计

范围内；当设计无规定时，应符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 中的相应规定。

**4.2.2** 集中热水采暖居住建筑的采暖期室内温度逐时值不应低于室内设计温度的下限；当设计无规定时，该下限温度应符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 中的相应规定。

**4.2.3** 对于已实施按热量计量且室内散热设备具有可调节的温控装置的采暖系统，当住户人为调低室内温度设定值时，采暖期室内温度逐时值可不作判定。

**4.2.4** 当受检房间的室内平均温度和室内温度逐时值分别满足本标准第 4.2.1 条和第 4.2.2 条的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。



## 5 外围护结构热工缺陷

### 5.1 检测方法

5.1.1 外围护结构热工缺陷检测应包括外表面热工缺陷检测、内表面热工缺陷检测。

5.1.2 外围护结构热工缺陷宜采用红外热像仪进行检测，检测流程宜符合本标准附录 E 的规定。

5.1.3 红外热像仪及其温度测量范围应符合现场检测要求。红外热像仪设计适用波长范围应为 $(8.0\sim 14.0)\mu\text{m}$ ，传感器温度分辨率(NETD)不应大于 $0.08^{\circ}\text{C}$ ，温差检测不确定度不应大于 $0.5^{\circ}\text{C}$ ，红外热像仪的像素不应少于 76800 点。

5.1.4 检测前及检测期间，环境条件应符合下列规定：

1 检测前至少 24h 内室外空气温度的逐时值与开始检测时的室外空气温度相比，其变化不应大于 $10^{\circ}\text{C}$ ；

2 检测前至少 24h 内和检测期间，建筑物外围护结构内外平均空气温度差不宜小于 $10^{\circ}\text{C}$ ；

3 检测期间与开始检测时的空气温度相比，室外空气温度逐时值变化不应大于 $5^{\circ}\text{C}$ ，室内空气温度逐时值变化不应大于 $2^{\circ}\text{C}$ ；

4 1h 内室外风速（采样时间间隔为 30min）变化不应大于 2 级（含 2 级）；

5 检测开始前至少 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；

6 室外空气相对湿度不应大于 75%，空气中粉尘含量不应异常。

5.1.5 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一个部位，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。

**5.1.6** 受检表面同一个部位的红外热像图不应少于 2 张。当拍摄的红外热像图中，主体区域过小时，应单独拍摄 1 张以上（含 1 张）主体部位红外热像图。应用图说明受检部位的红外热像图在建筑中的位置，并应附上可见光照片。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。

**5.1.7** 受检外表面的热工缺陷应采用相对面积（ $\Psi$ ）评价，受检内表面的热工缺陷应采用能耗增加比（ $\beta$ ）评价。二者应分别根据下列公式计算：

$$\Psi = \frac{\sum_{i=1}^n A_{2,i}}{\sum_{i=1}^n A_{1,i}} \quad (5.1.7-1)$$

$$\beta = \Psi \left| \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_0} \right| \times 100\% \quad (5.1.7-2)$$

$$T_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (T_{1,i} \cdot A_{1,i})}{\sum_{i=1}^n A_{1,i}} \quad (5.1.7-3)$$

$$T_2 = \frac{\sum_{i=1}^n (T_{2,i} \cdot A_{2,i})}{\sum_{i=1}^n A_{2,i}} \quad (5.1.7-4)$$

$$T_{1,i} = \frac{\sum_{j=1}^m (A_{1,i,j} \cdot T_{1,i,j})}{\sum_{j=1}^m A_{1,i,j}} \quad (5.1.7-5)$$

$$T_{2,i} = \frac{\sum_{j=1}^m (A_{2,i,j} \cdot T_{2,i,j})}{\sum_{j=1}^m A_{2,i,j}} \quad (5.1.7-6)$$

$$A_{1,i} = \frac{\sum_{j=1}^m A_{1,i,j}}{m} \quad (5.1.7-7)$$

$$A_{2,i} = \frac{\sum_{j=1}^m A_{2,i,j}}{m} \quad (5.1.7-8)$$

- 式中： $\Psi$ ——受检表面缺陷区域面积与主体区域面积的比值；  
 $\beta$ ——受检内表面由于热工缺陷所带来的能耗增加比；  
 $T_1$ ——受检表面主体区域（不包括缺陷区域）的平均温度（℃）；  
 $T_2$ ——受检表面缺陷区域的平均温度（℃）；  
 $T_{1,i}$ ——第  $i$  幅热像图主体区域的平均温度（℃）；  
 $T_{2,i}$ ——第  $i$  幅热像图缺陷区域的平均温度（℃）；  
 $A_{1,i}$ ——第  $i$  幅热像图主体区域的面积（ $m^2$ ）；  
 $A_{2,i}$ ——第  $i$  幅热像图缺陷区域的面积，指与  $T_1$  的温度差大于或等于  $1^\circ C$  的点所组成的面积（ $m^2$ ）；  
 $T_0$ ——环境温度（℃）；  
 $i$ ——热像图的幅数， $i = 1 \sim n$ ；  
 $j$ ——每一幅热像图的张数， $j = 1 \sim m$ 。

## 5.2 合格指标与判定方法

**5.2.1** 受检外表面缺陷区域与主体区域面积的比值应小于 20%，且单块缺陷面积应小于  $0.5m^2$ 。

**5.2.2** 受检内表面因缺陷区域导致的能耗增加比值应小于 5%，且单块缺陷面积应小于  $0.5m^2$ 。

**5.2.3** 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。必要时可采用内窥镜、取样等方法进行确定。

**5.2.4** 当受检外表面的检测结果满足本标准第 5.2.1 条规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

**5.2.5** 当受检内表面的检测结果满足本标准第 5.2.2 条规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

## 6 外围护结构热桥部位内表面温度

### 6.1 检测方法

6.1.1 热桥部位内表面温度宜采用热电偶等温度传感器进行检测，检测仪表应符合本标准第 7.1.4 条的规定。

6.1.2 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。室内空气温度测点布置应符合本标准第 4.1.2 条的规定。室外空气温度测点布置应符合本标准附录 F 的规定。

6.1.3 内表面温度传感器连同 0.1m 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。

6.1.4 热桥部位内表面温度检测应在采暖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。检测持续时间不应少于 72h，检测数据应逐时记录。

6.1.5 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：

$$\theta_1 = t_{di} - \frac{t_{rm} - \theta_{lm}}{t_{rm} - t_{em}}(t_{di} - t_{de}) \quad (6.1.5)$$

式中： $\theta_1$ ——室内外计算温度条件下热桥部位内表面温度（℃）；

$t_{rm}$ ——受检房间的室内平均温度（℃）；

$\theta_{lm}$ ——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（℃）；

$t_{em}$ ——检测持续时间内室外空气温度逐时值的算术平均值（℃）；

$t_{di}$ ——冬季室内计算温度（℃），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 50176-93 中第 4.1.1 条的规定采用；

$t_{de}$  ——围护结构冬季室外计算温度 (°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 - 93 中第 2.0.1 条的规定采用。

## 6.2 合格指标与判定方法

**6.2.1** 在室内外计算温度条件下，围护结构热桥部位的内表面温度不应低于室内空气露点温度，且在确定室内空气露点温度时，室内空气相对湿度应按 60% 计算。

**6.2.2** 当受检部位的检测结果满足本标准第 6.2.1 条的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。



## 7 围护结构主体部位传热系数

### 7.1 检测方法

7.1.1 围护结构主体部位传热系数的检测宜在受检围护结构施工完成至少 12 个月后进行。

7.1.2 围护结构主体部位传热系数的现场检测宜采用热流计法。

7.1.3 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。

7.1.4 热流和温度应采用自动检测仪检测，数据存储方式应适用于计算机分析。温度测量不确定度不应大于  $0.5^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.5 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，且应避免阳光直射。

7.1.6 热流计和温度传感器的安装应符合下列规定：

1 热流计应直接安装在受检围护结构的内表面上，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。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。温度传感器连同  $0.1\text{m}$  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。

7.1.7 检测时间宜选在最冷月，且应避开气温剧烈变化的天气。对设置采暖系统的地区，冬季检测应在采暖系统正常运行后进行；对未设置采暖系统的地区，应在人为适当地提高室内温度后进行检测。在其他季节，可采取人工加热或制冷的方式建立室内外温差。围护结构高温侧表面温度应高于低温侧  $10^{\circ}\text{C}$  以上，且在检测过程中的任何时刻均不得等于或低于低温侧表面温度。当传热系数小于  $1\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  时，高温侧表面温度宜高于低温侧  $10/U^{\circ}\text{C}$  以上。检测持续时间不应少于 96h。检测期间，室内空气

温度应保持稳定,受检区域外表面宜避免雨雪侵袭和阳光直射。

注:  $U$  为围护结构主体部位传热系数,单位为  $[W/(m^2 \cdot K)]$ 。

**7.1.8** 检测期间,应定时记录热流密度和内、外表面温度,记录时间间隔不应大于 60min。可记录多次采样数据的平均值,采样间隔宜短于传感器最小时间常数的 1/2。

**7.1.9** 数据分析宜采用动态分析法。当满足下列条件时,可采用算术平均法:

1 围护结构主体部位热阻的末次计算值与 24h 之前的计算值相差不大于 5%;

2 检测期间内第一个  $INT(2 \times DT/3)$  天内与最后一个同样长的天数内围护结构主体部位热阻的计算值相差不大于 5%。

注:  $DT$  为检测持续天数,  $INT$  表示取整数部分。

**7.1.10** 当采用算术平均法进行数据分析时,应按下式计算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:

$$R = \frac{\sum_{j=1}^n (\theta_{Ij} - \theta_{Ej})}{\sum_{j=1}^n q_j} \quad (7.1.10)$$

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

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

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

$q_j$  ——围护结构主体部位热流密度的第  $j$  次测量值 ( $W/m^2$ )。

**7.1.11** 当采用动态分析方法时,宜使用与本标准配套的数据处理软件进行计算。

**7.1.12** 围护结构主体部位传热系数应按下式计算:

$$U = 1/(R_i + R + R_e) \quad (7.1.12)$$

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

$R_i$ ——内表面换热阻，应按国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 93 中附录二附表 2.2 的规定采用；

$R_e$ ——外表面换热阻，应按国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 93 中附录二附表 2.3 的规定采用。

## 7.2 合格指标与判定方法

**7.2.1** 受检围护结构主体部位传热系数应满足设计图纸的规定；当设计图纸未作具体规定时，应符合国家现行有关标准的规定。

**7.2.2** 当受检围护结构主体部位传热系数的检测结果满足本标准第 7.2.1 条规定时，应判为合格，否则应判为不合格。



## 8 外窗窗口气密性能

### 8.1 检测方法

8.1.1 外窗窗口气密性能的检测应在受检外窗几何中心高度处的室外瞬时风速不大于 3.3m/s 的条件下进行。

8.1.2 外窗窗口气密性能检测操作程序应符合本标准附录 G 的规定。

8.1.3 对室内外空气温度、室外风速和大气压力等环境参数应进行同步检测。

8.1.4 在开始正式检测前,应对检测系统的附加渗透量进行一次现场标定。标定用外窗应为受检外窗或与受检外窗相同的外窗。附加渗透量不应大于受检外窗窗口空气渗透量的 20%。

8.1.5 在检测装置、人员和操作程序完全相同的情况下,在检测装置的标定有效期内,当检测其他相同外窗时,检测系统本身的附加渗透量不宜再次标定。

8.1.6 每樘受检外窗的检测结果应取连续三次检测值的平均值。

8.1.7 差压表、大气压力表、环境温度检测仪、室外风速计和长度尺的不确定度分别不应大于 2.5Pa、200Pa、1℃、0.25m/s 和 3mm。空气流量测量装置的不确定度不应大于测量值的 13%。

8.1.8 现场检测条件下且受检外窗内外压差为 10Pa 时,检测系统的附加渗透量( $Q_b$ )和总空气渗透量( $Q_{za}$ )应根据回归方程计算,回归方程应采用下列形式:

$$Q = a(\Delta P)^c \quad (8.1.8)$$

式中:  $Q$ ——现场检测条件下检测系统的附加渗透量或总空气渗透量 ( $m^3/h$ );

$\Delta P$ ——受检外窗的内外压差 (Pa);

$a$ 、 $c$ ——拟合系数。



8.1.9 外窗窗口单位空气渗透量应按下列公式计算:

$$q_a = \frac{Q_{st}}{A_w} \quad (8.1.9-1)$$

$$Q_{st} = Q_z - Q_f \quad (8.1.9-2)$$

$$Q_z = \frac{293}{101.3} \times \frac{B}{(t + 273)} \times Q_{za} \quad (8.1.9-3)$$

$$Q_f = \frac{293}{101.3} \times \frac{B}{(t + 273)} \times Q_{fa} \quad (8.1.9-4)$$

式中:  $q_a$  ——外窗窗口单位空气渗透量 [ $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ];

$Q_{fa}$ 、 $Q_f$  ——分别为现场检测条件和标准空气状态下, 受检外窗内外压差为 10Pa 时, 检测系统的附加渗透量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$Q_{za}$ 、 $Q_z$  ——分别为现场检测条件和标准空气状态下, 受检外窗内外压差为 10Pa 时, 受检外窗窗口(包括检测系统在内)的总空气渗透量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$Q_{st}$  ——标准空气状态下, 受检外窗内外压差为 10Pa 时, 受检外窗窗口本身的空气渗透量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$B$  ——检测现场的大气压力 (kPa);

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

$A_w$  ——受检外窗窗口的面积 ( $\text{m}^2$ ), 当外窗形状不规则时应计算其展开面积。

## 8.2 合格指标与判定方法

8.2.1 外窗窗口墙与外窗本体的结合部应严密, 外窗窗口单位空气渗透量不应大于外窗本体的相应指标。

8.2.2 当受检外窗窗口单位空气渗透量的检测结果满足本标准第 8.2.1 条的规定时, 应判为合格, 否则应判为不合格。

## 9 外围护结构隔热性能

### 9.1 检测方法

9.1.1 居住建筑的东（西）外墙和屋面应进行隔热性能现场检测。

9.1.2 隔热性能检测应在围护结构施工完成 12 个月后进行，检测持续时间不应少于 24h。

9.1.3 检测期间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 检测日应为晴天或少云天气，水平面的太阳辐射照度最高值不宜小于国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 93 中附录三附表 3.3 给出的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国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 93 中附录三附表 3.2 给出的当地夏季室外计算温度最高值 2.0℃；

4 检测日工作高度处的室外风速不应超过 5.4m/s。

9.1.4 受检外围护结构内表面所在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，检测时房间的窗应全部开启。

9.1.5 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、内外表面温度和室外气象参数的检测应分别符合本标准第 4.1 节、第 7.1 节和附录 F 的规定。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。

9.1.6 内外表面温度传感器应对称布置在受检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。

**9.1.7** 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。

## **9.2 合格指标与判定方法**

**9.2.1** 夏季建筑东（西）外墙和屋面的内表面逐时最高温度均不应高于室外逐时空气温度最高值。

**9.2.2** 当受检部位的检测结果满足本标准第 9.2.1 条的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

## **10 外窗外遮阳设施**

### **10.1 检测方法**

**10.1.1** 对固定外遮阳设施，检测的内容应包括结构尺寸、安装位置和安装角度。对活动外遮阳设施，还应包括遮阳设施的转动或活动范围以及柔性遮阳材料的光学性能。

**10.1.2** 用于检测外遮阳设施结构尺寸、安装位置、安装角度、转动或活动范围的量具的不确定度应符合下列规定：

- 1 长度尺：应小于 2mm；
- 2 角度尺：应小于 2°。

**10.1.3** 活动外遮阳设施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。

**10.1.4** 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。太阳光反射比和太阳光直接透射比的检测应按现行国家标准《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。

### **10.2 合格指标与判定方法**

**10.2.1** 受检外窗外遮阳设施的结构尺寸、安装位置、安装角度、转动或活动范围以及遮阳材料的光学性能应满足设计要求。

**10.2.2** 受检外窗外遮阳设施的检测结果均满足本标准第 10.2.1 条的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。



## 11 室外管网水力平衡度

### 11.1 检测方法

11.1.1 水力平衡度的检测应在采暖系统正常运行后进行。

11.1.2 室外采暖系统水力平衡度的检测宜以建筑物热力入口为限。

11.1.3 受检热力入口位置和数量的确定应符合下列规定：

1 当热力入口总数不超过 6 个时，应全数检测；

2 当热力入口总数超过 6 个时，应根据各个热力入口距热源距离的远近，接近端 2 处、远端 2 处、中间区域 2 处的原则确定受检热力入口；

3 受检热力入口的管径不应小于 DN40。

11.1.4 水力平衡度检测期间，采暖系统总循环水量应保持恒定，且应为设计值的 100%~110%。

11.1.5 流量计量装置宜安装在建筑物相应的热力入口处，且应符合产品的使用要求。

11.1.6 循环水量的检测值应以相同检测持续时间内各热力入口处测得的结果为依据进行计算。检测持续时间宜取 10min。

11.1.7 水力平衡度应按下式计算：

$$HB_j = \frac{G_{wm,j}}{G_{wd,j}} \quad (11.1.7)$$

式中： $HB_j$ ——第  $j$  个热力入口的水力平衡度；

$G_{wm,j}$ ——第  $j$  个热力入口循环水量检测值( $\text{m}^3/\text{s}$ )；

$G_{wd,j}$ ——第  $j$  个热力入口的设计循环水量( $\text{m}^3/\text{s}$ )。

### 11.2 合格指标与判定方法

11.2.1 采暖系统室外管网热力入口处的水力平衡度应为

0.9~1.2。

**11.2.2** 在所有受检的热力入口中，各热力入口水力平衡度均满足本标准第 11.2.1 条的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

## 12 补 水 率

### 12.1 检 测 方 法

12.1.1 补水率的检测应在采暖系统正常运行后进行。

12.1.2 检测持续时间宜为整个采暖期。

12.1.3 总补水量应采用具有累计流量显示功能的流量计量装置检测。流量计量装置应安装在系统补水管上适宜的位置,且应符合产品的使用要求。当采暖系统中固有的流量计量装置在检定有效期内时,可直接利用该装置进行检测。

12.1.4 采暖系统补水率应按下列公式计算:

$$R_{\text{mp}} = \frac{g_{\text{a}}}{g_{\text{d}}} \times 100\% \quad (12.1.4-1)$$

$$g_{\text{d}} = 0.861 \times \frac{q_{\text{q}}}{t_{\text{s}} - t_{\text{r}}} \quad (12.1.4-2)$$

$$g_{\text{a}} = \frac{G_{\text{a}}}{A_0} \quad (12.1.4-3)$$

式中:  $R_{\text{mp}}$  ——采暖系统补水率;

$g_{\text{d}}$  ——采暖系统单位设计循环水量 $[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$ ;

$g_{\text{a}}$  ——检测持续时间内采暖系统单位补水量 $[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$ ;

$G_{\text{a}}$  ——检测持续时间内采暖系统平均单位时间内的补水量 $(\text{kg}/\text{h})$ ;

$A_0$  ——居住小区内所有采暖建筑物的总建筑面积 $(\text{m}^2)$ ,  
应按本标准附录 B 第 B.0.3 条的规定计算;

$q_{\text{q}}$  ——供热设计热负荷指标 $(\text{W}/\text{m}^2)$ ;

$t_{\text{s}}、t_{\text{r}}$  ——采暖热源设计供水、回水温度 $(^{\circ}\text{C})$ 。

## **12.2 合格指标与判定方法**

**12.2.1** 采暖系统补水率不应大于 0.5%。

**12.2.2** 当采暖系统补水率满足本标准第 12.2.1 条规定时，应判为合格，否则应判为不合格。



## 13 室外管网热损失率

### 13.1 检测方法

13.1.1 采暖系统室外管网热损失率的检测应在采暖系统正常运行 120h 后进行,检测持续时间不应少于 72h。

13.1.2 检测期间,采暖系统应处于正常运行工况,热源供水温度的逐时值不应低于 35℃。

13.1.3 热计量装置的安装应符合本标准附录 B 第 B.0.2 条的规定。

13.1.4 采暖系统室外管网供水温降应采用温度自动检测仪进行同步检测,温度传感器的安装应符合本标准附录 B 第 B.0.2 条的规定,数据记录时间间隔不应大于 60min。

13.1.5 室外管网热损失率应按下式计算:

$$\alpha_{ht} = (1 - \sum_{j=1}^n Q_{a,j} / Q_{a,t}) \times 100\% \quad (13.1.5)$$

式中:  $\alpha_{ht}$  ——采暖系统室外管网热损失率;

$Q_{a,j}$  ——检测持续时间内第  $j$  个热力入口处的供热量 (MJ);

$Q_{a,t}$  ——检测持续时间内热源的输出热量 (MJ)。

### 13.2 合格指标与判定方法

13.2.1 采暖系统室外管网热损失率不应大于 10%。

13.2.2 当采暖系统室外管网热损失率满足本标准第 13.2.1 条的规定时,应判为合格,否则应判为不合格。

## 14 锅炉运行效率

### 14.1 检测方法

14.1.1 采暖锅炉日平均运行效率的检测应在采暖系统正常运行120h后进行,检测持续时间不应少于24h。

14.1.2 检测期间,采暖系统应处于正常运行工况,燃煤锅炉的日平均运行负荷率应不小于60%,燃油和燃气锅炉瞬时运行负荷率不应小于30%,锅炉日累计运行时数不应少于10h。

14.1.3 燃煤采暖锅炉的耗煤量应按批计量。燃油和燃气采暖锅炉的耗油量和耗气量应连续累计计量。

14.1.4 在检测持续时间内,煤样应用基低位发热值的化验批数应与采暖锅炉房进煤批次一致,且煤样的制备方法应符合现行国家标准《工业锅炉热工性能试验规范》GB/T 10180的有关规定。燃油和燃气的低位发热值应根据油品种类和气源变化进行化验。

14.1.5 采暖锅炉的输出热量应采用热计量装置连续累计计量。

14.1.6 热计量装置中供回水温度传感器应靠近锅炉本体安装。

14.1.7 采暖锅炉日平均运行效率应按下列公式计算:

$$\eta_{2,a} = \frac{Q_{a,1}}{Q_i} \times 100\% \quad (14.1.7-1)$$

$$Q_i = G_c \cdot Q_c^y \cdot 10^{-3} \quad (14.1.7-2)$$

式中:  $\eta_{2,a}$  ——检测持续时间内采暖锅炉日平均运行效率;

$Q_i$  ——检测持续时间内采暖锅炉的输入热量 (MJ);

$G_c$  ——检测持续时间内采暖锅炉的燃煤量 (kg) 或燃油量 (kg) 或燃气量 (Nm<sup>3</sup>);

$Q_c^y$  ——检测持续时间内燃用煤的平均应用基低位发热值 (kJ/kg) 或燃用油的平均低位发热值 (kJ/kg) 或

燃用气的平均低位发热值 (kJ/Nm<sup>3</sup>)。

## 14.2 合格指标与判定方法

14.2.1 采暖锅炉日平均运行效率不应小于表 14.2.1 的规定。

表 14.2.1 采暖锅炉最低日平均运行效率 (%)

锅炉类型、燃料种类			锅炉额定容量 (MW)						
			0.7	1.4	2.8	4.2	7.0	14.0	≥28.0
燃煤	烟煤	Ⅱ	—	—	65	66	70	70	71
		Ⅲ	—	—	66	68	70	71	73
燃油、燃气			77	78	78	79	80	81	81

14.2.2 当采暖锅炉日平均运行效率满足本标准第 14.2.1 条的规定时, 应判为合格, 否则应判为不合格。

## 15 耗电输热比

### 15.1 检测方法

15.1.1 耗电输热比的检测应在采暖系统正常运行 120h 后进行,且应满足下列条件:

- 1 采暖热源和循环水泵的铭牌参数应满足设计要求;
- 2 系统瞬时供热负荷不应小于设计值的 50%;
- 3 循环水泵运行方式应满足下列条件:
  - 1) 对变频泵系统,应按工频运行且启泵台数满足设计工况要求;
  - 2) 对多台工频泵并联系统,启泵台数应满足设计工况要求;
  - 3) 对大小泵制系统,应启动大泵运行;
  - 4) 对一用一备制系统,应保证有一台泵正常运行。

15.1.2 耗电输热比的检测持续时间不应少于 24h。

15.1.3 采暖热源的输出热量应在热源机房内采用热计量装置进行累计计量,热计量装置的安装应符合本标准附录 B 第 B.0.2 条的规定。循环水泵的用电量应分别计量。

15.1.4 采暖系统耗电输热比应按下列公式计算:

$$EHR_{a,c} = \frac{3.6 \times \epsilon_a \times \eta_m}{\Sigma Q_{a,e}} \quad (15.1.4-1)$$

当  $\Sigma Q_a < \Sigma Q$  时,

$$\Sigma Q_{a,e} = \min\{\Sigma Q_p, \Sigma Q\} \quad (15.1.4-2)$$

当  $\Sigma Q_a \geq \Sigma Q$  时,

$$\Sigma Q_{a,e} = \Sigma Q_a \quad (15.1.4-3)$$

$$\Sigma Q_p = 0.3612 \times 10^6 \times G_a \times \Delta t \quad (15.1.4-4)$$

$$\Sigma Q = 0.0864 \times q_q \times A_0 \quad (15.1.4-5)$$



式中： $EHR_{a,e}$ ——采暖系统耗电输热比（无因次）；  
 $\epsilon_a$ ——检测持续时间内采暖系统循环水泵的日耗电量（kWh）；  
 $\eta_m$ ——电机效率与传动效率之和，直联取 0.85，联轴器传动取 0.83；  
 $\Sigma Q_{a,e}$ ——检测持续时间内采暖系统日最大有效供热能力（MJ）；  
 $\Sigma Q_a$ ——检测持续时间内采暖系统的实际日供热量（MJ）；  
 $\Sigma Q_p$ ——在循环水量不变的情况下，检测持续时间内采暖系统可能的日最大供热能力（MJ）；  
 $\Sigma Q$ ——采暖热源的设计日供热量（MJ）；  
 $G_a$ ——检测持续时间内采暖系统的平均循环水量（ $m^3/s$ ）；  
 $\Delta t$ ——采暖热源的设计供回水温差（ $^{\circ}C$ ）。

## 15.2 合格指标与判定方法

15.2.1 采暖系统耗电输热比（ $EHR_{a,e}$ ）应满足下式的要求：

$$EHR_{a,e} \leq \frac{0.0062(14 + a \cdot L)}{\Delta t} \quad (15.2.1)$$

式中： $EHR_{a,e}$ ——采暖系统耗电输热比；

$L$ ——室外管网主干线（从采暖管道进出热源机房外墙处算起，至最不利环路末端热用户热力入口止）包括供回水管道的总长度（m）；

$a$ ——系数，其取值为：当  $L \leq 500m$  时， $a = 0.0115$ ；当  $500m < L < 1000m$  时， $a = 0.0092$ ；当  $L \geq 1000m$  时， $a = 0.0069$ 。

15.2.2 当采暖系统耗电输热比满足本标准第 15.2.1 条的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

## 附录 A 仪器仪表的性能要求

表 A 仪器仪表的性能要求

序号	检测参数	功能	扩展不确定度( $k=2$ )
1	空气温度	应具有自动采集和存储数据功能, 并可以和计算机接口	$\leq 0.5^{\circ}\text{C}$
2	空气温差	应具有自动采集和存储数据功能, 并可以和计算机接口	$\leq 0.4^{\circ}\text{C}$
3	相对湿度	应具有自动采集和存储数据功能, 并可以和计算机接口	$\leq 10\% \{ [0 \sim 10)\% \text{RH} @ 25^{\circ}\text{C} \}$ $\leq 5\% \{ [10 \sim 30)\% \text{RH} @ 25^{\circ}\text{C} \}$ $\leq 3\% \{ [30 \sim 70)\% \text{RH} @ 25^{\circ}\text{C} \}$ $\leq 5\% \{ [70 \sim 90)\% \text{RH} @ 25^{\circ}\text{C} \}$ $\leq 10\% \{ [90 \sim 100]\% \text{RH} @ 25^{\circ}\text{C} \}$
4	供回水温度	应具有自动采集和存储数据功能, 并可以和计算机接口	$\leq 0.5^{\circ}\text{C}$ (低温水系统) $\leq 1.5^{\circ}\text{C}$ (高温水系统)
5	供回水温差	应具有自动采集和存储数据功能, 并可以和计算机接口	$\leq 0.5^{\circ}\text{C}$ (低温水系统) $\leq 1.5^{\circ}\text{C}$ (高温水系统)
6	循环水量	应能显示瞬时流量或累计流量、或能自动存储、打印数据、或可以和计算机接口	$\leq 5\% [Q_{\min} \sim 0.2Q_{\max})$ $\leq 2\% [0.2Q_{\max} \sim Q_{\max}]$
7	补水量	应能显示瞬时流量或累计流量、或能自动存储、打印数据、或可以和计算机接口	$\leq 5\% [Q_{\min} \sim 0.2Q_{\max})$ $\leq 2\% [0.2Q_{\max} \sim Q_{\max}]$
8	热量	应具有自动采集和存储数据功能, 并可以和计算机接口	$\leq 10\%$ (测试值)
9	耗电量	应能显示累计电量或能自动存储、打印数据、或可以和计算机接口	$\leq 2\% \text{FS}$
10	耗油量	应能显示累计油量或能自动存储、打印数据、或可以和计算机接口	$\leq 5\% [Q_{\min} \sim 0.2Q_{\max})$ $\leq 2\% [0.2Q_{\max} \sim Q_{\max}]$
11	耗气量	应能显示累计气量或能自动存储、打印数据、或可以和计算机接口	$\leq 3\% [Q_{\min} \sim 0.2Q_{\max})$ $\leq 1.5\% [0.2Q_{\max} \sim Q_{\max}]$
12	耗煤量	—	$\leq 2\% \text{FS}$

续表 A

序号	检测参数	功能	扩展不确定度( $k=2$ )
13	风速	宜具有自动采集和存储数据功能, 并可以和计算机接口	$\leq 0.5\text{m/s}$
14	太阳 辐射照度	宜具有自动采集和存储数据功能, 并可以和计算机接口	$\leq 5\%\text{FS}$

## 附录 B 单位采暖耗热量检测方法

**B. 0. 1** 单位采暖耗电量的检测应在采暖系统正常运行 120h 后进行, 检测持续时间不应少于 24h。

**B. 0. 2** 建筑物采暖供热量应采用热计量装置在建筑物热力入口处检测, 供回水温度和流量传感器的安装宜满足相关产品的使用要求, 温度传感器宜安装于受检建筑物外墙外侧且距外墙外表面 2. 5m 以内的地方。采暖系统总采暖供热量宜在采暖热源出口处检测, 供回水温度和流量传感器宜安装在采暖热源机房内, 当温度传感器安装在室外时, 距采暖热源机房外墙外表面的垂直距离不应大于 2. 5m。

**B. 0. 3** 单位采暖耗热量应按下式计算:

$$q_{ha} = \frac{Q_{ha}}{A_0} \cdot \frac{278}{H_r} \quad (\text{B. 0. 3})$$

式中:  $q_{ha}$  ——建筑物或居住小区单位采暖耗热量 ( $\text{W}/\text{m}^2$ );

$Q_{ha}$  ——检测持续时间内在建筑物热力入口处或采暖热源出口处测得的累计供热量 (MJ);

$A_0$  ——建筑物 (含采暖地下室) 或居住小区 (含小区内配套公共建筑) 的总建筑面积 (该建筑面积应按各层外墙轴线围成面积的总和计算) ( $\text{m}^2$ );

$H_r$  ——检测持续时间 (h)。



## 附录 C 年采暖耗热量指标

### C.1 验 算 方 法

C.1.1 受检建筑物外围护结构尺寸应以建筑竣工图为准。

C.1.2 受检建筑物外墙和屋面主体部位的传热系数应采用现场检测数据；当现场不具备检测条件时，可根据围护结构的实际做法经计算确定。外窗、外门的传热系数应以施工期间的复检结果为依据。其他参数均应以现场实际做法经计算确定。

C.1.3 当受检建筑物有地下室时，应按无地下室处理。受检建筑物首层设置的店铺应按居住建筑处理。

C.1.4 室内计算条件应符合下列规定：

- 1 计算温度： $16^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 换气次数： $0.5$  次/h；
- 3 不考虑照明得热或其他内部得热。

C.1.5 室外计算气象资料宜采用国家现行标准规定的当地典型气象年的逐时数据。

C.1.6 年采暖耗热量指标宜采用动态模拟软件计算，当条件不具备时，可采用简易方法计算。

C.1.7 年采暖耗热量指标计算的起止日期应符合国家现行有关标准的规定。

C.1.8 参照建筑物应按下列原则确定：

- 1 参照建筑物的形状、大小、朝向均应与受检建筑物完全相同；
- 2 参照建筑物各朝向和屋顶的开窗面积应与受检建筑物相同，但当受检建筑物某个朝向的窗（包括屋面的天窗）面积超过我国现行节能设计标准的规定时，参照建筑物该朝向（或屋面）的窗面积应减少到符合我国现行有关节能设计标准的规定；

**3** 参照建筑物外墙、屋面、地面、外窗、外门的各项性能指标均应符合我国现行节能设计标准的规定。对于我国现行节能设计标准中未作规定的部分，应接受检建筑物的性能指标计入。

## **C.2 合格指标与判定方法**

**C.2.1** 受检建筑物年采暖耗热量指标不应大于参照建筑物的相应值。

**C.2.2** 受检建筑物年采暖耗热量指标的验算结果满足本附录第 C.2.1 条规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

## 附录 D 年空调耗冷量指标

### D.1 验算方法

**D.1.1** 受检建筑物外围护结构尺寸应以建筑竣工图为准。

**D.1.2** 受检建筑物外墙和屋面主体部位传热系数应采用现场检测数据；当现场不具备检测条件时，可根据围护结构的实际做法经计算确定。外窗、外门的传热系数应以施工期间的复检结果为依据。其他参数均应以现场实际做法经计算确定。

**D.1.3** 当受检建筑物有地下室时，应按无地下室处理。受检建筑物首层设置的店铺应按居住建筑处理。

**D.1.4** 室内计算条件应符合下列规定：

- 1 计算温度：26℃；
- 2 换气次数：1.0 次/h；
- 3 不考虑照明得热或其他内部得热。

**D.1.5** 室外计算气象资料宜采用国家现行标准规定的当地典型气象年的逐时数据。

**D.1.6** 年空调耗冷量指标宜采用动态模拟软件计算，当条件不具备时，可采用简易方法计算。

**D.1.7** 年空调耗冷量指标计算的起止日期应符合当地空调季节惯例。

**D.1.8** 参照建筑物应按下列原则确定：

- 1 参照建筑物的形状、大小、朝向均应与受检建筑物完全相同；
- 2 参照建筑物各朝向和屋顶的开窗面积应与受检建筑物相同，但当受检建筑物某个朝向的窗（包括屋面的天窗）面积超过我国现行节能设计标准的规定时，参照建筑物该朝向（或屋面）的窗面积应减少到符合我国现行有关节能设计标准的规定；

**3** 参照建筑物外墙、屋面、地面、外窗、外门的各项性能指标均应符合我国现行节能设计标准的规定。对于我国现行节能设计标准中未作规定的部分，应按受检建筑物的性能指标计入。

## **D.2 合格指标与判定方法**

**D.2.1** 受检建筑物年空调耗冷量指标不应大于参照建筑物的相应值。

**D.2.2** 受检建筑物年空调耗冷量指标的验算结果满足本附录第 D.2.1 条规定时，应判为合格，否则应判为不合格。



## 附录 E 外围护结构热工缺陷检测流程

**E.0.1** 外围护结构热工缺陷检测流程应符合图 E.0.1 的规定。

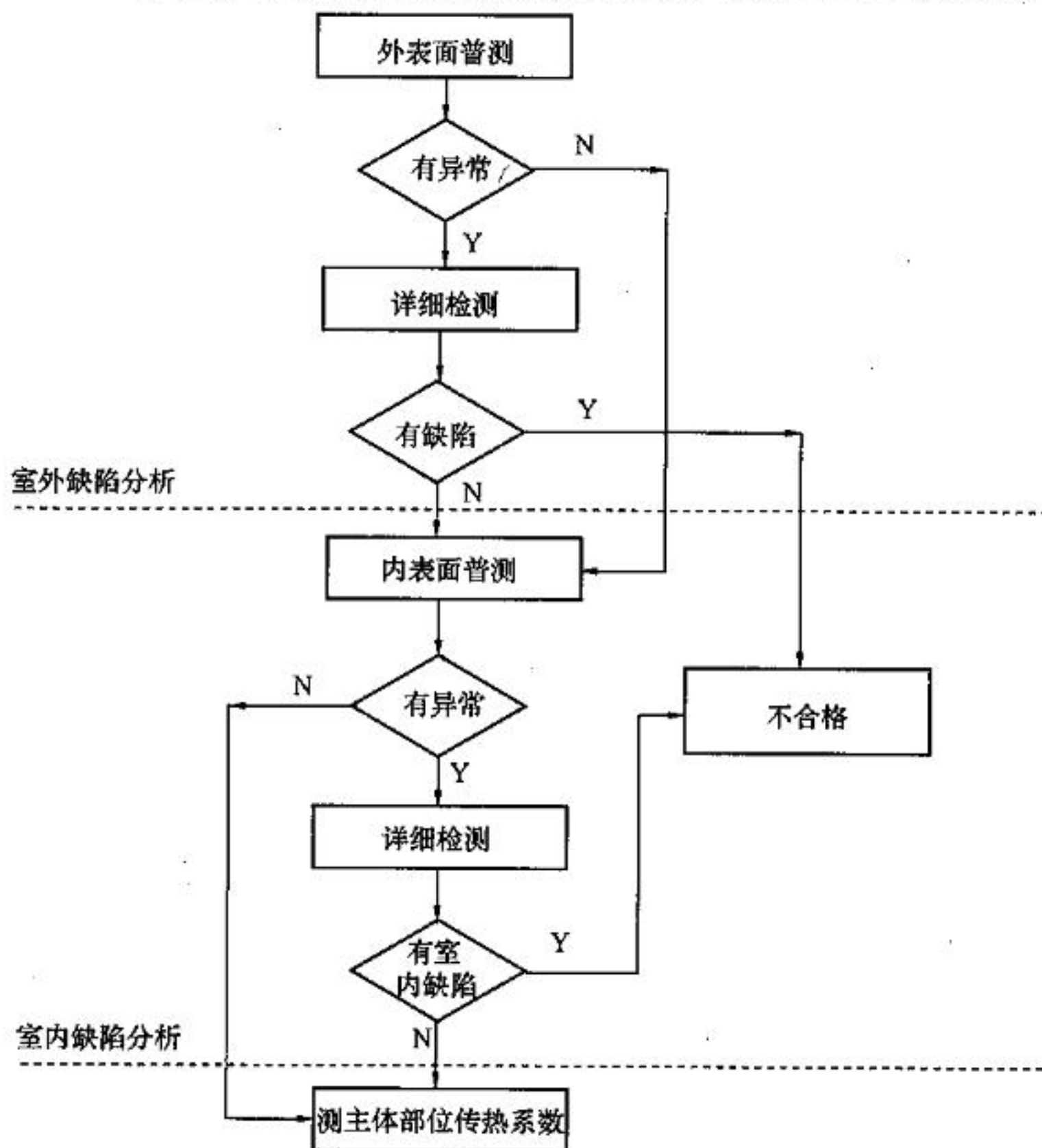


图 E.0.1 建筑物外围护结构热工缺陷检测流程

## 附录 F 室外气象参数检测方法

### F.1 一般规定

**F.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。

**F.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。

**F.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。

### F.2 室外空气温度

**F.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。

**F.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。温度传感器距地面的高度宜在(1500~2000)mm的范围内，且应避免阳光直接照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。

**F.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。

### F.3 室外风速

**F.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。

**F.3.2** 室外风速测点应布置在距离建筑物(5~10)m、距地面(1500~2000)mm的范围内。当工作高度和室外风速测点位置的高度不一致时,应按下式进行修正:

$$V = V_0 \left[ 0.85 + 0.0653 \left( \frac{H}{H_0} \right) - 0.0007 \left( \frac{H}{H_0} \right)^2 \right] \quad (\text{F.3.2})$$

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);

$H_0$ ——室外风速测点布置的高度(m)。

**F.3.3** 当使用热电风速仪检测时,测头上的小红点应迎风向。

## **F.4 太阳辐射照度**

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

**F.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。

**F.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%。

**F.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接照射。天空辐射表的环境适应时间不应少于30min。

## 附录 G 外窗窗口气密性能检测操作程序

**G.0.1** 对受检外窗的观感质量应进行目检，当存在明显缺陷时，应停止该项检测。检测开始时应应对室内外空气温度、室外风速和大气压力进行检测。

**G.0.2** 连续开启和关闭受检外窗 5 次，受检外窗应能工作正常。

**G.0.3** 检测装置应在受检外窗已完全关闭的情况下安装在外窗洞口处；当受检外窗洞口尺寸过大或形状特殊时，宜安装在受检外窗所在房间的房门洞口处。安装程序和质量应满足相关产品的使用要求。

**G.0.4** 正式检测前，应向密闭腔（室）中充气加压，使其内外压差达到 150Pa，稳定时间不应少于 10min，其间应采用手感法对密封处进行检查，不得有漏风的感觉。

**G.0.5** 检测装置的附加渗透量应进行标定，标定时外窗本身的缝隙应采用胶带从室外侧进行密封处理，密封质量的检查程序和方法应符合本附录第 G.0.4 条的规定。

**G.0.6** 应按照图 G.0.6 中减压顺序进行逐级减压，每级压差稳

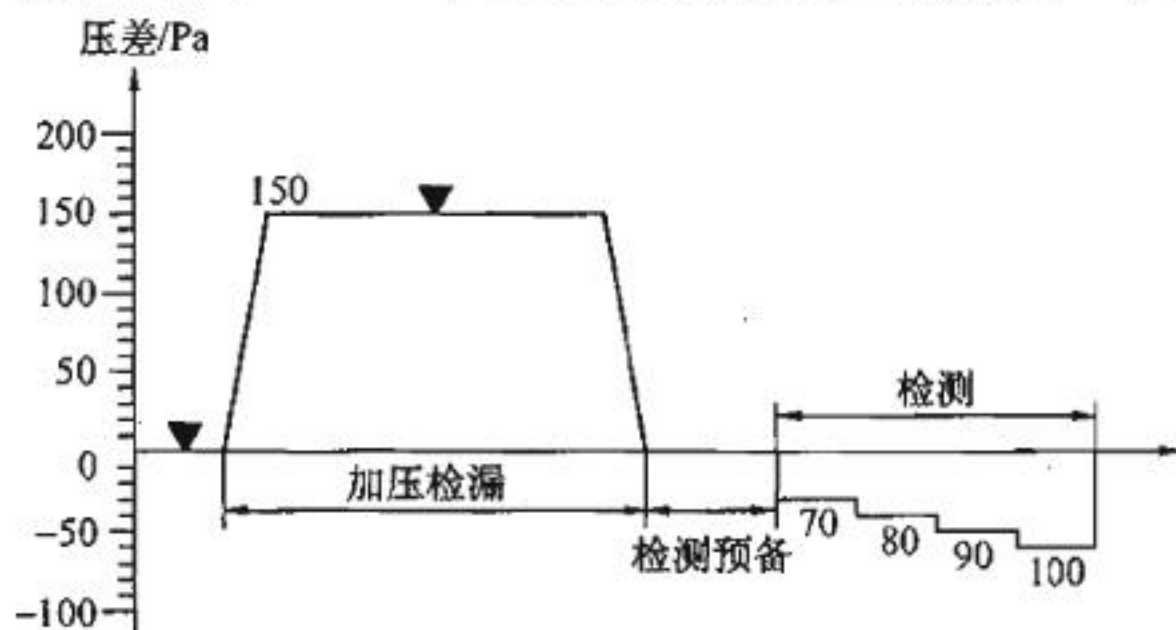


图 G.0.6 外窗窗口气密性能检测操作顺序图

注：▼表示检查密封处的密封质量。



定作用时间不应少于 3min，记录逐级作用压差下系统的空气渗透量，利用该组检测数据通过回归方程求得在减压工况下，压差为 10Pa 时，检测装置本身的附加空气渗透量。

**G.0.7** 将外窗室外侧胶带揭去，然后重复本附录第 G.0.6 条的操作，并计算压差为 10Pa 时外窗窗口总空气渗透量。

**G.0.8** 检测结束时应对室内外空气温度、室外风速和大气压力进行检测并记录，取检测开始和结束时两次检测结果的算术平均值作为环境参数的最终检测结果。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于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的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
- 2 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 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 《工业锅炉热工性能试验规范》GB/T 10180
- 5 《建筑用热流计》JG/T 3016

**中华人民共和国行业标准**

**居住建筑节能检测标准**

**JGJ/T 132 - 2009**

**条文说明**



## 制 订 说 明

《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132-2009，经住房和城乡建设部 2009 年 12 月 10 日以第 461 号文公告批准、发布。

本标准是在《采暖居住建筑节能检验标准》JGJ 132-2001 的基础上修订而成，上一版的主编单位是中国建筑科学研究院，参编单位是哈尔滨工业大学土木工程学院和北京市建筑设计研究院，主要起草人是徐选才、冯金秋、赵立华、梁晶。本次修订的主要技术内容是：1 在检测项目上，考虑了新增适用地域的气候特点和实际需求，选取易于操作且对居住建筑节能有较大影响的项目；2 增加了技术条件成熟、先进的检测技术；3 将居住建筑和集中采暖系统的固有热工性能作为检测重点；4 居住建筑能耗指标的检测采用与参考建筑比对验证的方法。

本标准修订过程中，编制组对我国居住建筑节能检测的现状进行了调查研究，总结了《采暖居住建筑节能检验标准》JGJ 132-2001 实施以来的实践经验、出现的问题，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，结合我国居住建筑节能发展新形势的需求，扩大了适用地域。

为便于广大工程设计、施工、科研、学校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，《居住建筑节能检测标准》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。在使用过程中如果发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄中国建筑科学研究院。

# 目 次

1	总则	51
2	术语和符号	54
2.1	术语	54
3	基本规定	56
4	室内平均温度	59
4.1	检测方法	59
4.2	合格指标与判定方法	61
5	外围护结构热工缺陷	63
5.1	检测方法	63
5.2	合格指标与判定方法	66
6	外围护结构热桥部位内表面温度	68
6.1	检测方法	68
7	围护结构主体部位传热系数	69
7.1	检测方法	69
7.2	合格指标与判定方法	76
8	外窗窗口气密性能	78
8.1	检测方法	78
8.2	合格指标与判定方法	80
9	外围护结构隔热性能	81
9.1	检测方法	81
9.2	合格指标与判定方法	83
10	外窗外遮阳设施	84
10.1	检测方法	84
11	室外管网水力平衡度	85
11.1	检测方法	85

12	补水率 .....	88
12.1	检测方法 .....	88
12.2	合格指标与判定方法 .....	88
13	室外管网热损失率 .....	90
13.1	检测方法 .....	90
13.2	合格指标与判定方法 .....	91
14	锅炉运行效率 .....	93
14.1	检测方法 .....	93
14.2	合格指标与判定方法 .....	94
15	耗电输热比 .....	97
15.1	检测方法 .....	97
15.2	合格指标与判定方法 .....	98
附录 A	仪器仪表的性能要求 .....	100
附录 B	单位采暖耗热量检测方法 .....	101
附录 C	年采暖耗热量指标 .....	102
附录 D	年空调耗冷量指标 .....	105
附录 F	室外气象参数检测方法 .....	107
附录 G	外窗窗口气密性能检测操作程序 .....	111



# 1 总 则

## 1.0.1 本条为对原标准第 1.0.1 条的修改。

随着我国经济总量的持续稳步增长,能源供需矛盾日益凸现,现已演变成为制约我国经济持续健康发展的瓶颈。1978 年伊始,建筑业尤其是居住建筑业,便迅速发展成为我国经济发展的支柱产业之一。截止 2004 年底,我国城市实有住宅建筑面积共计 96.2 亿平方米,仅 2004 年我国城镇住宅竣工面积就达 5.7 亿平方米。另据 2005 年 1 月至 11 月的统计,全国当年共完成土地开发面积 14372 万平方米(即 143.72 平方公里),完成房屋施工面积 14.9 亿平方米,其中住宅施工面积 11.6 亿平方米,约占年度总房屋施工面积的 77.8%。居住建筑竣工面积的增加,也带来了建筑能耗的加大。目前我国建筑用能已经超过全国能源消费总量的 1/4,并将随着人民生活水平的提高逐步增加到 1/3,这将势必严重影响我国经济和社会发展战略目标的实现。

为了实施“可持续发展”战略,早在 1998 年我国就颁布实施了《中华人民共和国节约能源法》,2006 年我国政府又提出了建设节约型社会的发展目标。我国国民经济和社会发展第十一个五年计划也明确规定:2010 年单位国内生产总值能源消耗要比 2005 年降低 20%。2006 年 1 月 1 日,建设部又以第 143 号令颁布了《民用建筑节能管理规定》。截至目前,我国已颁布实施了 3 部民用建筑节能设计标准。所有这些法律、条例、规定和标准规范的颁布实施,均有力地推动了我国建筑节能事业的向前发展。

为了配合《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26-95 的实施,2001 年 6 月 1 日,我国颁布实施了《采暖居住建筑节能检验标准》JGJ 132-2001。该节能检验标准的实施,

改变了各地墙体改革及建筑节能办公室在执法工作中无法可依的被动局面，引导我国建筑业界初步走上了建筑节能性能量化检测的轨道。但我国的建筑节能事业任重而道远，仅 1996 至 1998 年 3 年间，全国城市新建住宅 11.1 亿平方米，但节能建筑仅为 4530 万平方米（占 4.08%）。从 1996 年 7 月实施《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》JGJ 26-95 至 2005 年底，我国三北地区新建节能居住建筑仅为竣工面积的 32%；从 2001 年 7 月至 2005 年底，我国南方新建节能居住建筑则仅为 12%。

另外从民众对建筑节能的理解水平来看，也不容乐观。据 2006 年原建设部就建筑节能所作的问卷调查结果显示，有 81.4% 的群众对建筑节能不甚了解，在夏热冬暖地区这一比例甚至超过了 90%。这充分说明，真正意义上的建筑节能在我国尚处于起步阶段。事实是只有民众提高了节能意识，广大业主也积极参与，才可以从市场的角度敦促房屋建设者增强节能意识，并在房屋的设计、施工中不折不扣地实施建筑节能的标准和规范，我国的建筑节能才能真正有希望。

为了保证建筑工程节能性能满足我国相关标准的规定，我国已于 2007 年 10 月 1 日颁布实施了《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411-2007，该规范采用了“过程控制”和“现场检测”相结合的方法。为了科学地实施现场检测，急需“节能检测标准”的技术支持。纵观我国建筑工程质量管理的成效，不难发现，即使通过验收的工程还会出现这样那样的质量问题，更何况建筑节能验收？为了应对此类“问题工程”的节能诊断和技术责任判定，也急需尽快出台节能检测标准。正是基于节能检测在我国建筑节能事业中的必要性和重要性，根据建设部建标[2004] 66 号文的要求，对《采暖居住建筑节能检验标准》JGJ 132-2001 进行了修订。修订该标准的目的，就是为了通过规范居住建筑节能检测方法，实施对居住建筑热工性能和能耗的检测和验算，进一步促进《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》JGJ 26-95、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ



134 - 2001、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75 - 2003 和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 - 2007 的有效实施，增强大众的节能意识和维权力度，合理维护建筑业各方的合法权益，促进我国建筑节能事业健康有序的发展。

#### **1.0.2 本条为对原标准第 1.0.2 条的修改。**

原标准仅适用于我国严寒和寒冷地区，但此次修订后本标准涵盖了我国所有五个气候区，即严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区和温和地区。由于本标准是为了更好地贯彻落实我国居住建筑节能设计标准的精神而编制的，所以，本标准的适用范围涵盖了节能设计标准所适用的范围。因为既有居住建筑的节能检测工作与新建居住建筑的节能检测并无本质上的区别，所以，本标准也同样适用于改建的居住建筑和改建的集中热水采暖系统的节能检测。

#### **1.0.3 本条为新增条文。**

因为节能检测主要是现场检测和理论计算，所以它有两个特点：其一是每个工程均有其特殊性，现场条件各不相同，因而具有一定的复杂性；其二是节能检测涉及建筑热工、采暖空调、检测技术、误差理论等多方面的专业知识，并不是简单地丈量尺寸，见证有无，操作仪表，抄表记数，所以，要求现场检测人员具有一定理论分析和解决问题的能力，因此，本标准从技术的角度对从事节能检测的人员素质提出了基本要求。当然，检测机构也应该具有相应的检测资质要求，否则，便会出现检测市场鱼目混珠的局面，使建筑节能检测工作陷入一片混乱无序之中。基于上述理由，本标准作了上述规定。

#### **1.0.5 本条为对原标准第 1.0.3 条的修改。**

建筑热工性能和能耗指标仅仅是建筑产品众多质量特征的一个方面，因此，在按本标准进行节能检测时，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.3 本条为新增术语。

本条术语是参考美国采暖制冷空调工程师协会标准《可接受空气质量的通风》(Ventilation for acceptable indoor air quality) ASHRAE Standard 62—1989 提出的。该标准规定:室内活动区域是由距地面或楼面分别为 75mm 和 1800mm,距墙面或固定的空调设备 600mm 的所有平面所围成的区域。在本标准有关“室内活动区域”定义中,有两点有别于该标准。其一,是距地面或楼面的距离,本标准规定为 100mm,这样规定主要是便于应用;其二,本标准将距内墙内表面和距外墙内表面或固定的采暖空调设备的距离予以了区分。本标准规定距内墙内表面 300mm,距外墙内表面或固定的采暖空调设备 600mm。这样规定主要出于两方面的考虑:第一,一般来说,室内人员常常位于距内表面大于 300mm 的室内活动空间内;第二,检测室温时,尤其是在室内有人居住的情况下,要将温度传感器放置在距内墙内表面 600mm 以外的区域,操作起来较困难,所以,作了如是定义。

#### 2.1.4 本条为新增术语。

本条术语是根据《采暖居住建筑节能检验标准》JGJ 132—2001 实施过程中碰到的实际问题而增补的。早在 2003 年 6 月,中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院有关技术人员就曾向标准编制组提出过室内平均温度该如何定义的问题。因为随着大众维权意识日益增强,商品房的工程质量逐渐发展成为社会投诉的热点,业主和房屋开发商之间的维权纠纷呈上升趋势,为了便于本标准的操作和执行,在本次修订中特别增补了室内平均温度的定义。

#### **2.1.6 本条为新增术语。**

附加渗透量是指由非受检外窗窗口的缝隙处渗入系统的风量，这些缝隙包括风机吸入管段的连接处、吸气管与薄膜的结合部、薄膜与外窗（或房门）洞口墙面的结合部以及其他裂缝处。

#### **2.1.20 本条为新增术语。**

室外管网热损失率是本标准根据实际需要首次定义的，它综合反映了室外管网的保温和严密性能，但不包括室外管网的平衡损失。按照工程界的惯例，室外管网是指从距采暖热源机房外墙外表面垂直距离 2.5m 处的采暖管网出口位置起，算至采暖建筑物楼前热力入口且距建筑物外墙外表面垂直距离 2.5m 处的所有采暖管道。建筑物楼前热力入口是采暖系统内外划界的标志，距建筑物外墙外表面垂直距离 2.5m 以内算作室内系统，以外算作室外系统。为了便于操作且更好地贯彻执行本标准中的有关规定，所以，特别定义了室外管网热损失率。



## 3 基本规定

### 3.0.1 本条为新增条文。

本条对居住建筑进行节能检测中所应遵循的原则进行规定。本标准并未规定居住建筑是否必须进行节能检测，也不规定具体的检测项目、检测数量、抽样规则和总体节能评判方法。它只规定当居住建筑进行节能检测时所应遵循的检测方法、合格指标和单项判定方法。

我国现已颁布实施的《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411-2007 采用“过程控制”和“现场检测”相结合的方法进行建筑工程的节能验收，该规范对检测项目、抽样规则、检测数量和总体节能验收评定方法进行规定，所以，在实施《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411-2007 现场检测部分的有关内容时，应按照本标准的规定执行。

在人们对节能验收的结论提出质疑的情况下，为维护居住建筑有关方的合法权益，有必要实施节能检测，所以，本标准对居住建筑工程的节能诊断、能源审计、司法鉴定提供了依据。

### 3.0.2 本条为对原标准第 3.0.5 条的修改。

本条主要规定了六方面的文件。第 1 款是为了把住节能建筑的设计关。在我国现阶段的基建程序中，设计院将设计蓝图提交给开发商后，按规定开发商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、4 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5款是为了协助对随后检测结果的分析而提出的。第6款是为了防止与节能有关的隐蔽工程出现施工质量问题。为了给小业主委托节能检测提供方便，切实维护大众的合法权益，本条使用了节能检测“宜”在有关技术文件准备齐全的基础上进行的提法。现实中发现，当小业主发现自身的房屋节能性能存在问题，委托有关部门实施节能检测时，常常在技术资料的提供上受到有关部门人为的阻碍，为了合理避免这种现象的出现，本条特使用了“宜”的措词。

### **3.0.3 本条为对原标准第3.0.6条的修改。**

节能检测涉及检测数据，而数据又关联到仪器仪表的不确定度，不确定度的确定有待于仪器设备的标定或校准，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仪表颁布了相应的检定规程时，计量部门出具的是标定证书，而对于有些新型测试仪表，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。本标准附录A的有关仪器仪表的性能要求的规定是最低要求，不能突破。

### **3.0.4 本条为新增条文。**

在原标准中曾规定了“建筑物单位采暖耗热量”的检测方法，但通过6年来的实施实践来看，操作难度太大，所以，本标准对此项予以了修订，将原标准中“建筑物单位采暖耗热量”的现场检测修改为本标准附录C“年采暖耗热量指标”。但考虑到我国节能检测工作的需要，对原标准中关于“建筑物单位采暖耗热量”的检测方法进行了修订，特将检测方法单独列出，安排在本标准的附录B中，以备有关人员需要时使用。

### **3.0.5 本条为新增条文，并删除原标准第3.0.7条～第3.0.10条。**

本标准在附录C和附录D中分别规定了建筑物年采暖耗热量指标和年空调耗冷量指标的验算方法。为什么还要验算？主要



是考虑竣工图纸常常与施工设计图纸存在差异，而这些差异又常常会对建筑能耗产生影响。在这种情况下，就有必要对业已竣工的居住建筑的能耗进行验算，以明确竣工的居住建筑是否满足节能设计标准的要求。

对于严寒和寒冷地区而言，居住建筑的采暖能耗占主要部分，所以，建筑物年采暖耗热量指标显得突出，所以，可以仅对年采暖耗热量指标进行验算。对于夏热冬暖地区则可以仅对建筑物年空调耗冷量指标进行验算。但是对于夏热冬冷地区，宜分别对前述的两个指标分别进行验算。

## 4 室内平均温度

### 4.1 检测方法

#### 4.1.1 本条为对原标准第 4.3.1 条的修改。

建筑节能是在不牺牲室内热舒适度的情况下开展的，实际上具体操作过程中，靠牺牲居住建筑室内热舒适度来实现“省能”的供热管理部门尚有一定的比例。为了使我国建筑节能事业不偏离既定的轨道，切实保护房屋使用者的合法权益，室内平均温度的检测不可缺失。本条对室内平均温度的检测持续时间进行了规定。室内平均温度检测主要应用在如下两类情况：其一，由于我国严寒和寒冷地区居住建筑的采暖收费仍采用按面积收费的制度，也即热用户所负担的采暖费不与室内采暖供热品质的优劣挂钩。正因如此，少数供热部门一般对采暖系统的平衡问题不是特别关心，只要热用户不投诉就姑且认为采暖系统运行“合理”。但是，随着我国私有化进程的加快和人们思想的逐步解放，百姓的维权意识和维权信心日益增强，在北方地区因为冬季室内温度不达标而引发的司法纠纷会时有发生。这种局面的出现将会促使供热部门变粗放型管理为精细化服务，于建筑节能这一大局有利。为了解决供热部门和热用户之间采暖质量纠纷，要求对建筑物室内平均温度进行检测。在这种情况下，为了便于法院的经济赔偿裁定，室内平均温度的检测持续时间宜为整个采暖期。这样规定在技术上也是可行的。因为带计算机芯片的温度自动检测仪不仅价格合理，而且对住户的日常生活也没有影响，所以，实施起来较容易。其二，在检测围护结构热桥内表面温度和隔热性能等过程中，都要求对室内温度进行检测，在这种情况下检测时间应和这些物理量的检测起止时间一致。

#### 4.1.2 本条为对原标准第 4.3.2 条的修改。

本标准规定,受检房间使用面积大于或等于  $30\text{m}^2$  时应设置两个测点。因为不论对于散热器采暖还是地板辐射采暖而言,随着室内面积的增大,室内出现区域温差是正常的。此外,在现有新建的住宅建筑中,有的起居室建筑面积在  $(30\sim 50)\text{m}^2$ ,所以,为了增强室内平均温度的代表性,应设置两个测点。

本条文同时也规定了温度测头布置的区域。这里主要强调了三点,其一,测点应布置在室内活动区域内,本标准已在第二章术语部分定义了室内活动区域。其二,距地面或楼面的距离应为  $(700\sim 1800)\text{mm}$ 。因为在室内有人居住的情况下,室内测点的布置常常要受到诸如室内装饰风格、家具式样、居住者习惯和素养等因素的制约,理想的测点位置往往是可望而不可及的,所以,从可操作性出发,本标准提出  $700\text{mm}$  的下限规定值, $700\text{mm}$  这个数据是根据室内主要家具的高度确定的, $1800\text{mm}$  是按照人的一般身高来确定的。所以,在室内活动区域内距地面  $(700\sim 1800)\text{mm}$  范围内布置测点对室内温度的检测既有一定的代表性又具有可操作性。其三,不应受到太阳辐射或室内热源的直接影 响,例如,温度传感器不能放在易被阳光直接照射的地方,不能靠近照明灯管、灯泡、散热器、采暖立管等处,为避免阳光的照射,应加装防护罩。

#### 4.1.3 本条为新增条文。

计算机技术的发展也带动了检测仪器和仪表的革新和进步,现在温度自动检测仪的应用已变得十分普及,所以,本条要求室内平均温度应采用温度自动检测仪进行连续检测。检测数据记录时间间隔,推荐不宜超过  $30\text{min}$  的规定主要是考虑到室内逐时温度的代表性问题。原因之一是居民素有冬季开窗换气的习惯。根据 1997 年 1 月对哈尔滨地区 120 户居住建筑的入户调查结果来看,一般每天的通风换气时间为  $(15\sim 20)\text{min}$ 。在室外气温很低的情况下,如果室内通风换气,室温会骤降。原因之二是现在市场上供应的温度自动检测仪均是按照采样和记录同步的模式设计的,也就是说该类仪表的采样间隔和记录间隔是不加区分



的。这样设计的好处是成本低，但缺点是记录的数据均是瞬时值而不是时段平均值，也就是说如果检测周期设定为 60min，则自动检测仪将会在某个数据储存 60min 后才打开采样器检测一次，并以本次检测的结果作为该 60min 的时段平均值记录在案。显然，在这种工作模式下，如果规定的记录间隔为 60min，那么，很有可能将室内通风换气期间室温骤降时的瞬时值误记为逐时平均温度。为了防止此类问题的发生，本标准作了如是规定。当然，如果使用的仪器仪表具有采样时间间隔和记录时间间隔分设功能的话，检测数据记录时间间隔超过 30min 也是可以的。

## 4.2 合格指标与判定方法

### 4.2.1 本条为对原标准第 5.2.2 条的修改。

本条是对设有集中热水采暖系统的居住建筑而言的，而对于采暖热源因户或室独立或根本就未设采暖设施的居住建筑物，本条不具约束力。本条要求采暖期室内平均温度应在设计范围内，这实际上对设计和运行均提出了要求。对于住宅小区集中热水采暖系统，如果采暖系统的末端不具备调控手段，或采暖系统投入运行前不进行水力平衡调试，或热源中心不能根据室外温度的变化而相应的调节水温或循环水量，常常会造成严重的冷热不均，从而会导致室内平均温度过低和过高二者并存的现象出现。一方面出于建筑节能的宏观考虑，另一方面又出于保护使用者权益的微观考虑，本标准作了如是规定。

### 4.2.2、4.2.3 为对原标准第 5.2.2 条的修改。

原标准首次提出了建筑物室内逐时温度的概念，本次修订继续支持这一提法。仅仅以室内平均温度进行约束，尚未充分体现“以人为本”的时代特征，不能着实保护房屋使用者的合法权益。尽管室内温度超出正常范围都是不舒适的，但若仅仅按照“室内平均温度”这一指标去评判，可能又是合格的。为了促使采暖系统进入精细化管理，节约能源，同时又提高采暖房间的热舒适度，所以，本标准规定采暖期“室内温度逐时值”最低值不应低

于某一限值。设计图纸是本标准进行合格判定的第一依据，然后才是国家相应的标准规范。由于设计图纸本身采标是否正确的问题不属于本标准的管辖范围，所以，本标准作了如是规定。为防止在实际操作中产生歧义，本标准通过规定检测数据记录时间间隔来说明“室内逐时温度”属于时段平均值的内涵。本次修订维持了原标准第 5.2.2 条的精神，但对于室内散热设施装有恒温阀的采暖居住建筑物，当住户人为地调低室内温度设定值，使室内逐时温度低于某个下限标准的，应另当别论。

#### 4.2.4 本条为新增条文。

本条文规定以受检房间的室内平均温度和室内逐时温度作为判定的对象，而且采用一次判定的原则。这样规定的理由有两个：其一，室内温度的检测均采用温度自动检测仪，所以，检测数据的可靠度高，一致性强，检测误差可以得到有效控制；其二，室内温度的检测一般均在冬季进行，受季节的限制，一般不允许来回反复。基于此，本标准作了如是规定。



## 5 外围护结构热工缺陷

### 5.1 检测方法

**5.1.1、5.1.2** 为对原标准第 4.6.1 条的修改。

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。由于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。

**5.1.3** 本条为对原标准第 4.6.2 条的修改。

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，温度分辨率要求很高，才有好的效果。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测试时，分辨率不应大于  $0.08^{\circ}\text{C}$ ，对于室内外温差较小的地区，建议选用分辨率小于或等于  $0.05^{\circ}\text{C}$  的红外热像仪。本处所指的温差测量是指对同一目标重复测量的平均温差。

**5.1.4** 本条为新增条文。

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、空气湿度低于 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，所以本标准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 building envelopes——Infrared method) BS EN 13187: 1999 的附件中，关于斯堪的纳维亚的特定气候条件和建筑技术提出的检测条件和我国的检测实践编写的。关于建筑围护结构的两侧空气温差的规定，在 1999 年的版本中，已经将其改为 5℃，考虑到我国重型结构建筑较多，红外诊断经验不足，温差大一些有利于热谱图的分析，因此定为“两侧空气温差不宜低于 10℃”。对于重型结构的建筑，为消除蓄热的影响，外部空气温度的检测时间可适当加长。检测期间温度变化的影响，可以通过对同一对象检测结束时的图像与开始的图像的分析来检查，如果变化在 (1~2)℃ 以内，那么就可以认为测试满足要求。

#### **5.1.5、5.1.6 为新增条文。**

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。本标准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，本标准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能量。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，要注意选择仪器的测试位置和角度，必要时，采取遮挡措施或者关闭室内辐射源。

#### 5.1.7 本条为新增条文。

在本标准中，将所检围护结构热工缺陷以外的面积称为主体区域。围护结构外表面缺陷在本标准中，是采用主体区域平均温度与缺陷区域平均温度之差  $\Delta T$  来判定的，其原因在于，外表面红外检测受到气候因素及环境因素影响较大，要消除这些因素的影响，往往给检测带来很多限制，影响检测的效率。如果不采用温度，而采用温差来作为评价的依据，则可以消除气候因素及环境因素的影响。另外，围护结构外表面缺陷主要是相对主体区域而言的，采用红外热像仪，主体区域平均温度很容易确定，因此采用主体区域平均温度作为比较的基础，而将与主体区域平均温度 ( $T_1$ ) 的温度差  $\geq 1^\circ\text{C}$  的点所组成的区域定义为缺陷区域。

尽管  $\Delta T$  可以反映缺陷的严重程度，但并不能说明由此缺陷造成的危害大小。相对面积  $\psi$  反映了缺陷的影响区域。 $A_1$  是指受检部位所在房间外墙面（不包括门窗）或者屋面主体区域的面积。房间的高度从本层地面算到上层的地面（无地下室的建筑底层从室内地面垫层算起，有地下室的建筑从本层地面算起），最顶层房间高度，从最顶层地面算到平屋顶的外表面，有闷顶的斜屋面算到闷顶内保温层表面，无闷顶的斜屋面算到屋面的外表面。房间的平面尺寸，按照建筑的外廓尺寸计算，两相邻房间以内墙外边线计算，这样计算，可以使得每一个房间包括两个构造柱（如果有的话）。平屋顶面积按照房间外廓尺寸计算，两相邻

房间以内墙外边线计算；斜屋顶按照建筑物外墙以内的实际面积计算。 $\Sigma A_{2,i,j}$  是指受检部位所在外墙面（不包括门窗）或者屋面上所有缺陷区域的面积。

围护结构内表面热工缺陷检测是围护结构热工缺陷检测的最后一个环节，围护结构内表面热工缺陷检测是在室内进行，采用能耗增加比作为热工缺陷检测的判据，有利于消除气候及环境条件的影响，提高检测精度。

## 5.2 合格指标与判定方法

### 5.2.1 本条对原标准第 5.2.5 条的修改。

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，因此将  $\phi$  定的范围较宽。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%。为了防止单块热工缺陷面积过大而对用户舒适性造成影响，特对单块缺陷面积进行限制。对于开间（3~6）m 的建筑来说，热桥面积小于 5.4m<sup>2</sup>。如果将单块缺陷面积取为热桥面积的 1/10，则为 0.54m<sup>2</sup>，所以取 0.5m<sup>2</sup> 作为限值。

### 5.2.2 本条为对原标准第 5.2.5 条的修改。

尽管围护结构内表面热工缺陷部位所占面积较小，但对热舒适影响较大。所以，规定因缺陷区域导致的能耗增加值应小于 5%；为了防止单块缺陷面积过大对用户舒适性造成影响，与外表面一样，取单块缺陷面积 0.5m<sup>2</sup> 作为限值。

### 5.2.3 本条为新增条文。

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、现场测试获得，也可以通过无缺陷的建筑围护热像图来获得。

**5.2.4、5.2.5** 为新增条文。

此两条规定了对检测结果的判断方法。



## 6 外围护结构热桥部位内表面温度

### 6.1 检测方法

**6.1.1** 本条为对原标准第 4.5.1 条的修改。

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，本标准优先推荐使用热电偶。

**6.1.2** 本条为对原标准第 4.5.2 条的修改。

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。

**6.1.5** 本条为原标准第 4.5.5 条。

《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》JGJ 26-95 中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。

## 7 围护结构主体部位传热系数

### 7.1 检测方法

#### 7.1.1 本条为新增条文

本条对受检墙体的干燥状态从时间上进行了定量规定。在围护结构主体刚施工完成时,无论是混凝土围护结构还是空心黏土砖墙体,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,根据我国 20 多年来在围护结构传热系数检测中积累的实践经验确定了 12 个月这个推荐期限。

#### 7.1.2 本条为对原标准第 4.4.1 条的修改。

热流计法是目前国内外常用的现场测试方法。国际标准《建筑构件热阻和传热系数的现场测量》(Thermal insulation—Building elements—In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance) ISO 9869, 美国 ASTM 标准《建筑围护结构构件热流和温度的现场测量》(Standard practice for in-site measurement of heat flux and temperature on building envelope components) ASTM C1046—95 和《由现场数据确定建筑围护结构构件热阻》(Standard pactice for determining thermal resistance of building envelope components from the in-site data) ASTM C1155—95 都对热流计法做了详细规定。另外,国内外也有关于用热箱法现场测试围护结构热阻和传热系数的研究报告或资料,但尚未发现现场测试使用热箱法的国际标准或国外先进国家或权威机构的标准,国内关于热箱现场检测法的相关研究尚在进行。为了适应我国建筑节能检测工作的迫切需要,同时又为了给层出不穷的新型检测技术和方法提供应用的平台,所以,本标准作了“宜采用热流计法”的规定。

本节主要依据国际标准《建筑构件热阻和传热系数的现场测

量》(Thermal insulation—Building elements—In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance) ISO 9869, 编写而成, 因篇幅关系做了若干删减。个别条款参考了国家标准《绝热 稳态传热性质的测定 标定和防护热箱法》GB/T 13475-2008。

**7.1.4** 本条为对原标准第 4.4.3 条和第 4.4.4 条的修改。

原标准对传感器测量误差和测量仪表的附加误差是分别规定的。考虑到目前大多数测量仪表都未给出附加误差, 此次修订时改为规定温度测量的不确定度。

**7.1.5~7.1.8** 为对原标准第 4.4.5 条、第 4.4.6 条、第 4.4.7 条和第 4.4.8 条的修改。

这四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。如果标定得好, 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。如果细心安装传感器, 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小。

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。如果用适当的方法(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国际标准《建筑构件热阻和传热系数的现场测量》(Thermal insulation—Building elements—In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance) ISO 9869 的正文和附录。

原标准的规定具有一定的局限性,不能适应建筑节能工程施工验收的要求。建筑节能工程施工验收要求一年四季都能检测,为此,本标准修订时采取了以下措施:

- 1 数据分析方法由算术平均法改为动态分析方法;

- 2 人为创造一定的室内外温差,可分为以下几种情况:

①冬季室内用电加热器加热。为了减小室内温度波动,建议采用电散热器,不宜使用暖风机。②夏季室内用房间空调器降温。建议采用变频空调器,以减小室内温度波动。③春秋季节在外墙、屋顶外表面覆盖电加热装置(例如电热毯),增大外墙、屋顶内外表面温差。由于动态分析方法计算程序的要求,在任何时刻都不得出现负温差。

#### 7.1.11 本条为新增条文。

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  $\tau$  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。

动态分析方法基本步骤如下:

测量给出在时刻  $t_i$  ( $i$  从 1 至  $N$ ) 测得的  $N$  组数据,其中包括热流密度 ( $q_i$ ),内表面温度 ( $\theta_{i1}$ ) 和外表面温度 ( $\theta_{i2}$ )。

两次测量的时间间隔为  $\Delta t$ , 定义为:



$$\Delta t = t_{i+1} - t_i \quad (1)$$

在  $t_i$  时的热流密度是在该时刻以及此前所有时刻下温度的函数:

$$q_i = \frac{1}{R}(\theta_{Li} - \theta_{Ei}) + K_1 \dot{\theta}_{Li} - K_2 \dot{\theta}_{Ei} + \sum_n P_n \sum_{j=i-p}^{i-1} \dot{\theta}_{Lj} (1 - \beta_n) \beta_n (i - j) \\ + \sum_n Q_n \sum_{j=i-p}^{i-1} \dot{\theta}_{Ej} (1 - \beta_n) \beta_n (i - j) \quad (2)$$

其中内表面温度的导数为:

$$\dot{\theta}_{Li} = (\theta_{Li} - \theta_{Li-1}) / \Delta t \quad (3)$$

外表面温度的导数  $\dot{\theta}_{Ei}$  与上式类似。

$K_1, K_2$  以及  $P_n$  和  $Q_n$  是围护结构的特性参数, 没有任何特定意义。它们与时间常数  $\tau_n$  有关。变量  $\beta_n$  是时间常数  $\tau_n$  的指数函数。

$$\beta_n = \exp(-\Delta t / \tau_n) \quad (4)$$

公式 (2) 中的  $n$  项求和是对所有时间常数的, 理论上是一个无限数。然而, 这些时间常数 ( $\tau_n$ ) 和  $\beta_n$  一样, 随着  $n$  的增加而迅速减小。因而只需几个时间常数 (实际上有 1 至 3 个就够了) 就足以正确地表示  $q$ 、 $\theta_E$  和  $\theta_L$  之间的关系。

假定选取的时间常数为  $m$  个 ( $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m$ ), 式 (2) 将包含  $2m+3$  个未知参数, 它们是:

$$R, K_1, K_2, P_1, Q_1, P_2, Q_2, \dots, P_m, Q_m \quad (5)$$

对于  $2m+3$  个不同时刻下的  $(2m+3)$  组数据将公式 (2) 写  $2m+3$  次就得到一个线性方程组。对该方程组求解, 就可确定这些参数, 特别是热阻  $R$ 。然而为了完成公式 (2) 中的  $j$  项求和, 尚需附加  $p$  组数据 (图 1)。最后, 为了估计随机变化, 还需要更多组测量数据。这样就形成了一个超定的线性方程组, 该方程组可采用经典的最小二乘拟合法求解。

这个多于  $2m+3$  个方程的方程组可以写成矩阵形式:

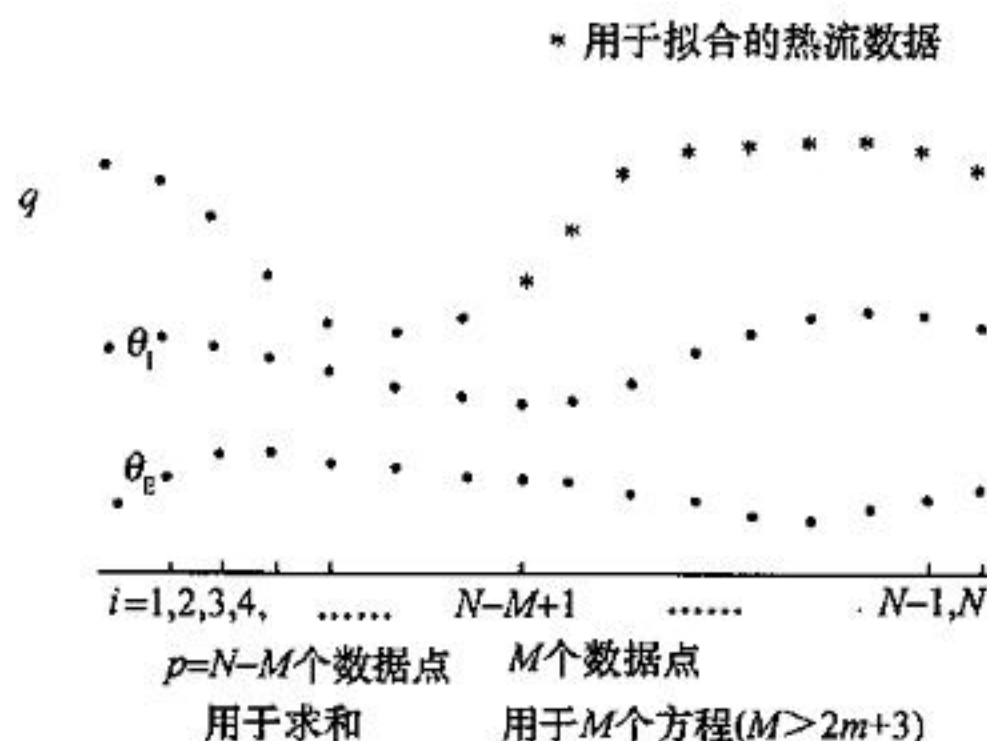


图 1 动态分析方法中的数据利用

$$\vec{q} = (X)\vec{Z} \quad (6)$$

式中:  $\vec{q}$  ——向量, 其  $M$  个分量是最后的  $M$  个热流密度数据  $q_i$ 。

这样,  $M$  的值大于  $2m+3$ , 并且  $i$  取  $N-M+1$  至  $N$ ;

$\vec{Z}$  ——向量, 它的  $2m+3$  个分量是公式 (5) 中所列的未知参数;

$(X)$  ——一个  $M$  行 ( $i = N-M+1$  至  $N$ ),  $2m+3$  列 (1 至  $2m+3$ ) 的矩形矩阵。矩阵的元素是

$$\begin{aligned}
 X_{i1} &= \theta_{Ei} - \theta_{Ei} \\
 X_{i2} &= \dot{\theta}_I = (\theta_{Ii} - \theta_{I,i-1}) / \Delta t \\
 X_{i3} &= \dot{\theta}_E = (\theta_{Ei} - \theta_{E,i-1}) / \Delta t \\
 X_{i4} &= \sum_{j=i-p}^{i-1} \theta_{Ij} (1 - \beta_1) \beta_1 (i - j) \\
 X_{i5} &= \sum_{j=i-p}^{i-1} \theta_{Ej} (1 - \beta_1) \beta_1 (i - j) \\
 X_{i6} &= \sum_{j=i-p}^{i-1} \theta_{Ij} (1 - \beta_2) \beta_2 (i - j) \\
 X_{i7} &= \sum_{j=i-p}^{i-1} \theta_{Ej} (1 - \beta_2) \beta_2 (i - j) \\
 &\vdots
 \end{aligned} \quad (7)$$

$$X_{i,2m+2} = \sum_{j=i-p}^{i-1} \theta_{U_j} (1 - \beta_m) \beta_m (i - j)$$

$$X_{i,2m+3} = \sum_{j=i-p}^{i-1} \theta_{E_j} (1 - \beta_m) \beta_m (i - j)$$

在  $j$  项求和中,  $p$  足够大, 使缺省项之和可以忽略不计。于是数据组的数目  $N$  必须大于  $M + p$ , 实际上  $p = N - M$ , 式中  $N$  足够大。

方程组给出向量  $\vec{Z}$  的估计值  $\vec{Z}^*$ :

$$\vec{Z}^* = [(X)'(X)]^{-1} (X)' \vec{q} \quad (8)$$

式中,  $(X)'$  是矩阵  $(X)$  的转置矩阵。

事实上, 时间常数  $\tau_n$  是未知的。它们可通过改变时间常数来寻找  $\vec{Z}$  的最佳估计值的方法来确定。这可按以下方式进行:

- 1 选取时间常数的个数 ( $m$ ), 通常不大于 3。
- 2 选取时间常数间的不变比率  $r$  (通常在 3~10 之间), 使满足:

$$\tau_1 = r\tau_2 = r^2\tau_3 \quad (9)$$

3 选取方程组 (7) 的方程个数  $M$ 。该值必须大于  $2m + 3$ , 但要小于数据组的个数。通常 15 至 40 个方程就足够了。这就意味着至少需要 30 至 100 个数据点。

4 选取时间常数的最小值和最大值。因为计算机的精度是有限的, 所以处理比  $\Delta t/10$  还小的时间常数是没有任何意义的。另外, 求和需要  $p = N - M$  个点。如果时间常数大于  $p\Delta t$ , 求和将不会终止。最大时间常数最好在以下范围内选取:

$$\Delta t/10 < \tau_1 < p\Delta t/2 \quad (10)$$

5 在该区间内利用公式 (8) 用若干个时间常数值计算向量  $\vec{Z}$  的估计值  $\vec{Z}^*$ 。对于  $\vec{Z}^*$  的每一个值, 热流向量的估计值  $\vec{q}$ , 将通过下式计算出来:

$$\vec{q}^* = (X)\vec{Z}^* \quad (11)$$

6 这些估计值与测量值间的总方差按下式计算:

$$S^2 = (\vec{q} - \vec{q}^*)^2 = \sum (q_i - q_i^*)^2 \quad (12)$$



7 能给出最小方差的时间常数组就是最佳时间常数组，这可由重复上述步骤 5 和 6 获得。

8 用此方法就可求得向量  $Z$  的最佳估计值  $Z^*$ 。它的第一个分量  $Z_1$  就是热阻的倒数  $(1/R)$  的最佳估计值。如果最佳估计值所对应的最大时间常数等于或大于其最大值（即  $p\Delta t/2$ ）的话，则说明方程个数太少或检测持续时间不足。同时说明利用该组数据和该时间常数比率是无法得到可靠的结果的。这一问题可以通过改变方程组中方程的个数或使时间常数不变比率值  $(r)$  变大或变小来加以解决。

当用单个测量值来估算热阻  $R$  值时，我们希望能有一个能给出其结果置信度的判定标准。即对于某个给定的单一测量值，当其满足该标准时，便存在某个好的置信度（比如说概率 90%），结果将逼近实际值（比如说在  $\pm 10\%$  之内）。

在经典分析方法的情况下，唯一的判定标准就是要求有足够长的检测时间。但如果所记录的数据表明该传热过程处于准稳态，则测量结果的可靠度高。然而，如果在测量开始之前，与热流相关的温度变化显著，在这种情况下，如果测量时间太短以至于不能消除这一温度变化所带来的影响的话，那么最终的检测结果是不可信的。

在动态分析方法的情况下也存在这样一个判定标准。对于上述热阻的估计值，置信区间为：

$$I = \sqrt{\frac{S^2 Y(1,1)}{M-2m-4}} F(P, M-2m-5) \quad (13)$$

$$(Y) = [(X)'(X)]^{-1} \quad (14)$$

式中： $S^2$ ——由公式 (12) 得出的总方差；

$Y(1,1)$ ——由公式 (14) 转换的矩阵的第一个元素；

$M$ ——方程组 (6) 中方程的个数，而  $m$  是时间常数的个数；

$F$ —— $t$  分布的显著限，式中  $P$  是概率，而  $M-2m-5$  是自由度。



如果对于  $P=0.9$ , 该置信区间小于热阻的 5%。则该热阻计算值通常是与实际值很接近的。在良好的测量条件(例如, 对于轻型围护结构在夜间稳定状态下进行检测; 而对于重型围护结构经过长时间的检测)下会出现这样的结果。对于一个给定的检测持续时间, 置信区间越小, 则若干次测量结果的分布就越窄。然而当检测持续时间较短时, 测量结果的分布范围大且平均值可能不正确(一般是偏低)。因此, 该判定标准是不充分的。

第二个要满足的条件是, 检测持续时间不应少于 96h。

本条文是根据国际标准《建筑构件热阻和传热系数的现场测量》(Thermal insulation—Building elements—In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance) ISO 9869 附录 B 编写成的。

#### 7.1.12 本条为对原标准第 4.4.11 条的修改

在《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26-95 中, 传热系数是由热阻按国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176-93(以下简称《规范》)中有关规定计算出来的。《规范》中规定了内表面换热阻和外表面换热阻的取值。为了和《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26-95 中传热系数的计算方法相统一, 增加数据的可比性, 所以, 本条对围护结构内外表面换热阻的取值依据进行了规定。

### 7.2 合格指标与判定方法

#### 7.2.1 本条为对原标准第 5.2.3 条的修改。

本条规定了合格指标的选取次序。本标准规定应优先采用设计图纸中的设计值作为合格指标, 当设计图纸中未具体规定时, 才采用现行有关标准的规定值。这样规定的理由在于设计图纸是施工的第一依据。我国《建筑工程质量管理条例》第二十八条也明确规定:“施工单位必须按照工程设计图纸和施工技术标准施工, 不得擅自修改工程设计。”此外, 我国建筑工程质量司法鉴定实践也表明: 对于施工企业而言, 设计图纸具有第一优先权。

当设计图纸给出的是墙体平均传热系数而不是墙体主体部位传热系数时，可以通过建筑设计图纸得知墙体主体部位的材料构成和各种材料的厚度，然后通过计算获得主体部位传热系数的设计值，材料导热系数应按《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 93 附录四附表 4.1 的规定采用。

## 8 外窗窗口气密性能

### 8.1 检测方法

#### 8.1.1 本条为新增条文。

为了保证检测过程中受检外窗内外压差的稳定,对室外风速提出了规定。当室外风速为  $3.3\text{m/s}$  时,在窗外表面产生的最大压强为  $6.5\text{Pa}$ ,相当于检测期间平均压差 ( $85\text{Pa}$ ) 的  $7.6\%$ ,所以,对室外风速作了如是规定。由于2级风以下的天数占全年的大多数,且风速范围为  $(1.6\sim 3.3)\text{m/s}$ ,所以,将  $3.3\text{m/s}$  定为室外风速的允许限值。

#### 8.1.2 本条为新增条文。

本条规定在于增加现场检测的可操作性,当窗户的形状不规则时,可以将整个房间作为一个整体来检测,前提是要将外墙和内墙上的其他孔洞,例如电线管、采暖管、生活水管、空调冷媒管、通风管等形成的孔洞,采用各种方式进行严密封堵,以保证除受检外窗外,其他任何地方不漏风。

#### 8.1.3 本条为新增条文。

环境参数要求进行同步检测的原因主要考虑有两点:其一,对室外风速环境状态进行检测,以确定检测数据的有效性;其二,环境数据要参与检测结果的计算。

#### 8.1.4 本条为新增条文。

本条的规定主要是为了将检测数据的误差控制在一定范围内。如果在正式检测开始前,不对附加渗透量进行标定,所得的检测 results 就缺乏一定的可比性。在本标准的编制过程中,编制组在中国建筑科学研究院空调所内选取一扇窗,进行了对比检测。该窗为  $1730\text{mm}\times 2000\text{mm}\times 80\text{mm}$  (宽 $\times$ 高 $\times$ 厚)的单框单玻塑钢窗,分别委托两个具有检测资质的检测单位对该窗窗口气密性



能进行了现场检测。检测仪器、操作程序、检测时的室外风环境均相同，但出乎意料的是判定结果不同。一份报告称 3 级窗，另一份报告称 4 级窗。一扇窗具有两个结果，显然是不可能的。为此，本标准规定在正式检测开始前，应在首层或方便的位置选择一樘受检外窗或与受检外窗相同的外窗进行检测系统附加渗透量的现场标定。这种标定，实际上是对检测人员、操作步骤和检测仪器的综合标定。附加渗透量不超过外窗窗口空气渗透量的 20%，实践表明是可以达到的。

#### **8.1.5 本条为新增条文。**

从理论上讲，对每一樘外窗进行检测前，均应该进行附加渗透量的标定，以保证所有检测数据均能真正地控制在允许的误差范围内。但客观现实是做不到的。一层以上的外窗要想从外侧进行密封，这本身就是不可操作的，因为不可能为了检测外窗的窗口气密性而专门架设脚手架，所以，在理论和实际的权衡下，本标准作了如是规定。这里应该注意“检测系统本身的附加渗透量不宜再次标定”的条件。首先，检测装置应该在其检定有效期内。检测装置按照规定每隔一年或两年都要进行标定，以保证检测数据的误差能控制在有效范围内。本条的含义是指某外窗附加渗透量的数据不能跨检测装置的检定有效期使用。其二，只能是在检测装置、人员和操作程序完全相同的情况下，相同外窗的附加渗透量才能引用。其三，所谓“相同外窗”是指 5 同的外窗，即同厂家、同材料、同系列、同规格和同分格。

#### **8.1.7 本条为新增条文。**

本条是根据误差综合分析计算的结果并结合我国质检部门现有检测手段提出的。

#### **8.1.8、8.1.9 为新增条文。**

本两条规定了计算受检外窗窗口空气渗透量的方法，为了比对的方便，本标准参考了《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 - 2008，该标准采用压差值为 10Pa 时外窗单位缝长和单位面积的渗透量来对外窗进行分级。



考虑到现场准确测量外窗的缝长较麻烦，所以，本标准仅采用面积指标。该面积即受检外窗窗洞口的面积，或当外窗的形状不规则时为该外窗的展开表面积。为了减少误差，便于操作，检测时受检外窗内外的起始压差定为 70Pa，而不是 10Pa，为了得到外窗在 10Pa 压差下的值，则需要通过回归方程来间接计算。

## 8.2 合格指标与判定方法

### 8.2.1 本条为新增条文。

建筑工程质量鉴定实践表明：由于我国工程施工质量监管机制有待完善，所以，外窗的安装质量堪忧，主要表现在外窗洞口和外窗边框的结合部的处理上，施工不规范、偷工减料、密封不实导致窗洞墙与外窗本体外框的结合部透气漏风，严重影响外围护结构的热工性能。随着我国第二步节能工作的全面推进，建筑物整体保温性能的加强，建筑物外窗窗口气密性能已成为降低采暖居住建筑冬季采暖能耗的关键因素之一。对于其他非采暖地区，作为建筑工程的基本质量，建筑物窗洞墙与外窗本体的结合部也不应漏风。

## 9 外围护结构隔热性能

### 9.1 检测方法

#### 9.1.1 本条为新增条文。

由于《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 93 对自然通风条件下围护结构的隔热要求仅限于建筑物屋面和东、西外墙，所以本标准作了如是规定。

#### 9.1.2 本条为新增条文。

检测实践表明：在建筑物土建工程施工完成一年后，围护结构已基本干透，其含湿量已基本稳定，检测结果具有代表性，所以本标准作了如是规定。

#### 9.1.3 本条为新增条文。

本条对天气条件的规定，目的是为了实际检测条件接近或满足《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 93 中规定的计算条件。

1 如果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 - 93 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，所以如果天气不晴朗的话，则检测结果将毫无意义，故本标准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是否满足《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 93 给出的当地夏季太阳辐射照度最高值的要求比较合适。在夏季，如果天气晴朗，能见度高，太阳辐射照度的最高值达到《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 93

所给数值的 90% 以上是可以实现的。

3 本标准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 - 93 给出的当地夏季室外计算温度最高值的要求。如果室外空气温度太低,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,但是若偏差太大,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,本标准给出了 2℃ 的允许偏差范围值。

4 如果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,本标准作了如是规定。

#### 9.1.4 本条为新增条文。

《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 93 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。

#### 9.1.6 本条为新增条文。

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,从舒适度的角度来看,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。

#### 9.1.7 本条为新增条文。

因为围护结构各测点的温度不可避免地会存在差异,采用平均值来评估更为客观合理。但是,温度的现场测试中,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。

## 9.2 合格指标与判定方法

### 9.2.1 本条为新增条文。

本条对夏季建筑物屋顶和东（西）外墙内表面温度提出了限制，这种限制的目的在于要保证围护结构应有的隔热性能。在我国夏热冬冷和夏热冬暖地区，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，不利于提高室内舒适度，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，本标准根据《民用建筑热工设计标准》GB 50176-93作了如是规定。



## 10 外窗外遮阳设施

### 10.1 检测方法

#### 10.1.1 本条文为新增条文。

外窗外遮阳设施的位置和构件尺寸、角度以及遮阳材料光学特性等都对遮阳系数有直接的影响，而且在建筑遮阳设计图中，这些参数都已给出，所以对这些参数的检测是可行的。对于活动外遮阳装置，因为遮阳设施的转动或活动的范围均影响着遮阳设施的效果，所以，亦有必要进行现场检测。

#### 10.1.2 本条为新增条文。

对量具不确定度的具体规定有利于增强数据的可比性。2mm的不确定度对于工程检测中的常用量具（卷尺、钢直尺、游标尺）而言，是具有可操作性的。一般角度尺的不确定度亦能满足 $2^{\circ}$ 的要求。

#### 10.1.3 本条为新增条文。

本条规定目的在于检测前必须确认受检外遮阳设施的工作状态，只有能正常工作的外遮阳设施才能进入下一步的检测。

#### 10.1.4 本条为新增条文。

《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 - 94可以用于测试材料的反射率和透明材料的透射比。

## 11 室外管网水力平衡度

### 11.1 检测方法

#### 11.1.1 本条为对原标准第 4.7.1 条的修改。

在实施水力平衡度的检测时,采暖系统必须处于正常运行状态,这样,才有利于增加检测结果的可信度,否则,当系统中存在管堵、存气、泄水现象时,检测结果就很难反映系统的真实状态。

#### 11.1.2 本条为新增条文。

本条规定了室外采暖管网用户侧分支循环流量的检测位置。由于本标准仅涉及室外采暖管网水力平衡度的检测,而室内采暖系统的水力平衡与否不在本标准的范围之内,所以,宜以建筑物热力入口为限。

#### 11.1.3 本条为对原标准第 5.2.6 条的部分修改。

原标准要求采暖系统的每个热力入口都要进行水力平衡度的检测,但这样推行起来难度大,所以,本次修订中对需要检测的热力入口数量进行了调整。本标准根据各个热力入口距热源中心距离的远近,采用近、中、远端热力入口抽样检测的方法。这样一方面可以将检测工作量控制在适度的水平,又可以对该室外采暖管网的水力平衡度进行基本评估,所以,具有可操作性。此外对受检热力入口的管径进行了限制,一方面因为当管径小于 DN40 时,即使由于资用压差过剩,管中流速增高,然而管中流量的增加量对整个系统的流量影响有限;另一方面采用小于 DN40 的管径作为热力入口引入管的案例不多。

#### 11.1.4 本条为对原标准第 4.7.2 条的修改。

水力平衡度检测期间,采暖系统总循环水量应维持恒定且为设计值的 100%~110%。这样规定的目的在于力求遏制“大马

拉小车”运行模式的继续存在。中国建筑科学研究院从 1991 年开始，一直致力于平衡供暖的实践工作。在实践中发现：在采暖系统中，“大马拉小车”的现象十分普遍。如北京市宣武区某住宅小区采暖系统实测总循环水量为设计值 1.36 倍；北京市朝阳区某住宅小区二次管网实测循环水量为设计值的 1.57 倍；保定市某小区单位采暖建筑面积的循环水量为设计值的 2.3 倍，达到了  $5.5\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。尽管采用“大马拉小车”的运行模式能解决让运行人员头痛的由于“末端用户不热”而带来的居民投诉问题，然而，这是以浪费能源为前提的。为了全面推广平衡采暖，提高我国采暖系统的运行管理水平，本条作了如是规定。

#### 11.1.5 本条为对原标准第 4.7.3 条的修改。

原标准规定“流量计量装置应安装在建筑物相应的热力入口处，且应符合相应产品的使用要求。”将两处“应”改为“宜”是出于以下的考虑。就一般而言，将流量计量装置安装在热力入口处是最理想的，首先它是室外作业，不影响室内居住者的正常生活和工作，其次是没有分支管，只需检测一处便可以得出该热力入口的总流量。当热力入口处未因热计量事先安装固定流量装置的话，均采用便携式超声波流量计进行流量检测。在实际操作中，常常会碰到一些问题。例如，有的热力入口的有效直管段太短，不便于流量传感器的安装；有的热力入口井内积水很深，淤泥堆积，无法开展工作；有的热力入口处的管道锈蚀严重。这些均会影响流量计量装置在热力入口处的安装，所以，本标准采用了“宜”的措词。实际上，当热力入口没有条件时，可以根据采暖系统图在室内寻找其他位置。为了保证流量计量装置检测数据的准确，产品说明书中对直管段的长度作了具体规定，但对便携式超声波流量计而言，只要现场的条件基本满足要求，流量计通过自检后能正常工作即可，不必过分拘泥，所以，本标准作了如是修订。

#### 11.1.6 本条为对原标准第 4.7.4 条的修改。

检测持续时间规定 10min，主要是考虑采用便携式超声波流



量计进行检测的情况。因为在 10min 钟检测时间内，可以采用打印时间间隔为 1min，可得到共计 10 个连续数据，以此作为计算的基础。当然，如果因为热计量的缘故，在每个热力入口均安装有固定热量表的话，可通过该热量表来读取某相同时间段的累计流量，进而将这些数据应用于各个热力入口水力平衡度的计算中。我国热计量的工作正在积极地酝酿之中，热计量工作的全面展开将会使各个热力入口水力平衡度的检测工作更加方便。



## 12 补 水 率

### 12.1 检 测 方 法

**12.1.1** 本条为对原标准第 4.8.1 条的修改。

当采暖系统尚处于试运行，由于整个系统内部的空气尚未全部排尽，所以会出现人为排气泄水的现象，然而这部分非正常泄水不属于正常运行补水量，所以，本标准规定应在采暖系统正常运行的基础上进行补水率的检测。

**12.1.2** 本条为对原标准第 4.8.2 条的修改。

原标准规定检测持续时间不应少于 24h，在本次修订过程中，特将检测持续时间修订为“宜为整个采暖期”。这是因为延长检测持续时间，有利于较全面地评价采暖系统补水率的大小，此外，时间的延长从实际操作上也是可行的，不会给检测人员带来额外的工作负担，所以，本标准作了如是规定。

**12.1.3** 本条为对原标准第 4.8.3 条的修改。

在建筑节能实际检测过程中，不必要也不可能所有的检测仪表均属检测单位所有。为了保证检测数据的正确和有效，专业检测人员只要保证使用仪器仪表的方法正确且仪器仪表的不确定度满足本标准的规定即可。在对补水量进行检测时，完全可以使用系统中固有的水表进行检测，但若该水表没有符合本标准要求的有效标定证书的话，则在使用前必须进行标定。

### 12.2 合格指标与判定方法

**12.2.1** 本条与原标准第 5.2.7 条相同。

我国是一个缺水的国家，到 1989 年我国不同程度缺水的城市竟达 300 个，2000 年我国各流域的缺水率见表 1。随着我国工农业的迅速发展和城市化进程的加快以及工业污染的持续影响，

水资源问题必将愈发突出，仅北京市从 2001~2005 年全市地下水储量累计减少就近 30 亿  $\text{m}^3$ ，如果按 2006 年北京市市区供水能力（268 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ）计算，可供北京市区供水 1119 天。正因为如此，我国政府提出了“节能、节水、节地、节材”的口号。2004 年 11 月 30 日至 2005 年 3 月 16 日，中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院的科研人员对首都机场 No. 1 换热站高温水供热管网的补水率进行了连续检测，检测发现系统平均补水率为实际循环水量的 3.2%，若按系统设计循环水量计算这个比率还要高。所以，本标准认为继续实行对采暖供热系统补水率的检测不仅是大势所趋，而且从我国目前采暖供热系统运行管理水平来看既是十分必要的，也是可行的。原标准实施过程中有关实践证明：只要采暖供热系统施工质量和运行管理水平切实得到提高，将补水率控制在 0.5% 的范围内是可行的。

表 1 2000 年我国各流域缺水率

序 号	地域名称	缺水率 (%)
1	东北诸河	7.4
2	海河	23.6
3	淮河	9.5
4	黄河	5.2
5	长江	3.1
6	华南诸河	4.0
7	东南诸河	0.2
8	西南诸河	4.2
9	内陆河	2.7
10	全国	5.9

## 13 室外管网热损失率

### 13.1 检测方法

#### 13.1.1 本条为对原标准第 4.9.1 条的修改。

一般来说,在采暖系统初始运行时,因为采暖系统以及土壤本身均有一个吸热蓄热的过程,所以,若在此期间实施室外管网热损失率的检测,便会给出不真实的结果,因此,本标准给出了在采暖系统正常运行 120h 后的规定。检测持续时间在原标准“24h”的基础上修订为“不应少于 72h”,当然可以延长检测持续时间至整个采暖期。这样修订的目的是为了较为全面地了解采暖系统室外管网的热损失率,而且,随着我国热计量制度的逐步贯彻执行,采暖系统各热力入口安装热表将会变成现实,所以,各个热力入口的热量检测不再是一件困难的事,所以,适当地增加检测持续时间不会给检测人员造成额外的工作负担。

#### 13.1.2 本条为对原标准第 4.9.2 条的修改。

现在所有采暖系统均是实行连续采暖,系统循环泵全天连续运行,热源的出口温度随着室外温度的变化而相应进行调整。对于燃煤锅炉,一般中午采用压火的方式控制供水温度,而对于燃油和燃气锅炉,由于油价和气价的昂贵,再加上燃油和燃气炉点火容易,所以,常采用调节燃料量或间歇停炉的方式调温。经过对有关锅炉运行的水温监测,发现无论是哪种燃料的采暖锅炉在实际运行中,在采暖期大多数情况下一般在 8:00~15:00 期间处于几乎停止加热状态,而仅保持循环水泵的运行,其他时段靠保证回水温度在某个范围内的方法来调节燃料量。2003 年 2 月 20 日至 3 月 1 日,国家建筑工程质量监督检验中心对北京某采暖系统中有关热力入口的供回水温度进行了连续监测,结果发现供水温度为  $(56\sim 22)^{\circ}\text{C}$ ,变化幅度为  $34^{\circ}\text{C}$ ;该中心 2005 年 12



月 25 日至 2006 年 1 月 15 日对保定市某采暖系统有关热力人口的供水温度亦进行了连续监测,检测得到的供水温度为  $(60\sim 34)^{\circ}\text{C}$ ,变化幅度为  $26^{\circ}\text{C}$ 。尽管监测的采暖系统的数量有限,但落叶知秋,由此可以推知我国其他采暖锅炉的大致运行情况。为了兼顾采暖锅炉和热泵系统的运行实际,所以,本标准作出了检测期间热源供水温度的逐时值不应低于  $35^{\circ}\text{C}$  的规定。

#### 13.1.4 本条为新增条文。

采暖系统室外管网供水温降一直是业界关心的课题。由于缺乏必要的科学研究,尚提不出关于室外管网供水温降的合格指标。但为了通过我国建筑节能工作的开展积累有关数据,所以,本标准特别列出了本条。

#### 13.1.5 本条为对原标准第 4.9.4 条的修改。

原标准采用了《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26-95 中“室外管网输送效率”的概念,但仔细分析后发现,采用室外管网热损失率的概念更加妥帖,遂进行了如是修订。

### 13.2 合格指标与判定方法

#### 13.2.1 本条为对原标准第 5.2.8 条的修改。

《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26-95 中规定,室外管网输送效率一般取 90%。实际运行中室外管网输送热损失、漏损损失、不平衡损失究竟分别有多大?到目前为止,尚未看到有关的报道,也没有权威性的结论。由于这项工作涉及的工作量大,成本高,周期长,开展起来难度极大,所以尽管从我国首次颁布实施《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26 的 1986 年至今已有 20 多年的历史,其间三北地区完成的试点建筑和试点小区也为数不少,可是并没有开展针对室外管网输送效率的检测工作,主要原因也在于资金问题。所幸的是,近年来,受国家宏观政策的驱动,中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院受北京市市政管理委员会供热管理办公室委



托,于2003~2005年进行了“北京市居住建筑供热系统热计量与节能技术研究之试点测试”,其间,科研人员分别对两个采暖供热系统的室外管网热输送效率进行了检测,结果发现一个系统为70%,而另一个系统为90%。后经对热输送效率70%的管网调查发现,该室外管网中有部分采暖管道已被沟内积水淹没。与此同步,2004~2005年采暖期,中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院的另一科研小组对首都机场地区供热系统的热源、热力站、热力管网以及23栋公共建筑进行了为期一个采暖期的热计量测试(该项目属于国务院机关事务管理局供热体制改革试点项目),即2004年11月30日至2005年3月16日对首都机场No.1换热站所负担的高温水供热管网(80/130℃)用户侧所有热力入口的热量进行了连续检测(该供热管网用户侧共有7个热用户),测得平均管网热损失率为12.8%(即管网热输送效率为87.2%)。鉴于北京地区在三北地区中尚属于供热管理水平上乘的地区之一,其管网热损失率尚不能完全满足国家有关节能标准的规定,更何况我国其他地区。针对我国运行管理水平的现状和我国节能形势的迫切要求,本标准仍然维持原标准规定的限值不变,即室外管网热输送效率不得小于90%,也即室外管网热损失率不应大于10%。

## 14 锅炉运行效率

### 14.1 检测方法

#### 14.1.1 本条为新增条文。

采暖锅炉运行效率的检测持续时间规定为不应少于 24h，主要是考虑可操作性问题。如果规定检测持续时间过长，则完成一个项目的检测所费时间太多，执行起来困难，特别是对于燃煤锅炉，需要燃煤称重，需要投入的人力太多，所以，本标准作了如是规定。

#### 14.1.2 本条为新增条文。

如果检测期间，整个采暖系统运行不正常，得出的数据便会失去意义。燃煤锅炉的负荷率对锅炉的运行效率影响较大，所以，根据《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》JGJ 26-95 的有关规定，本标准规定燃煤锅炉的日平均运行负荷应不小于 60%。这里特别提出日平均运行负荷率的概念主要是便于操作。由于燃油和燃气锅炉的负荷特性好，当负荷率在 30% 以上时，锅炉效率可接近额定效率，所以，本标准规定燃油和燃气锅炉的瞬时运行负荷率应不小于 30%。关于锅炉日累计运行时数的规定，也是出于控制锅炉运行效率的考虑。因为锅炉运行效率不仅和负荷率有关，而且还和连续运行时数有关。当日供热量相同的条件下，运行时数长的锅炉，其日平均运行效率高于运行时数短的锅炉，所以，为统一检测条件，本标准规定锅炉日累计运行时数不应少于 10h。

#### 14.1.3 本条为新增条文。

因为采暖锅炉房的给煤系统随锅炉房的规模大小而异，且在一个采暖期煤场的进煤批数往往不止一次，所以在本条的规定中，仅规定“耗煤量应按批计量”，而对采用的计量方式和计量

仪表的种类并未作具体规定。“按批”的意思是要求每批煤的燃用量应分开计量和统计，不能混计在一起。这样规定是为了更准确地计算燃用煤的热值。耗煤量计量的总不确定度必须满足本标准附录 A 的要求。燃油和燃气锅炉的耗油量和耗气量可以通过专用的计量仪表进行计量，仪表的不确定度必须满足本标准附录 A 的要求。

#### 14.1.4 本条为新增条文。

为了防止在检测期间，当每批煤煤质之间存在较大差异时而可能导致的粗大误差，所以本标准规定煤样应用基低位发热值的化验批数应与采暖锅炉房进煤批次相一致。燃油和燃气的低位发热值也应根据需要进行取样化验，以保证取得准确的数据。

### 14.2 合格指标与判定方法

#### 14.2.1 本条为新增条文。

采暖锅炉日平均运行效率直接涉及采暖煤耗的节省，由于长期以来，对采暖锅炉运行管理工作重视不够，所以，导致技术投入和资金投入严重不足，司炉工“看天烧火”现象仍然存在，气候补偿技术尚未得到充分的重视。为了提高采暖锅炉的运行管理水平，本标准规定对采暖锅炉运行效率进行检测。

采暖锅炉运行效率采用日平均运行效率进行判定，这样规定的目的主要是使本标准具有较强的可操作性。

本标准按不同锅炉类型、燃料种类、额定出力和燃料发热值分别给出了锅炉最低日平均运行效率。

在燃料确定之后，锅炉的日平均运行效率与运行时数、平均负荷率等因素有关。早在编制行业标准《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26 的 1983~1984 年采暖期，编制组就曾对中国建筑科学研究院小区锅炉房内一台额定出力为 3.5MW 的热水锅炉的日平均运行效率针对不同的运行时数工况(即 7h、10h、14.5h、14.67h、21.5h 和 24h)分 22 天进行了一系列的测试，测试结果显示：在锅炉运行时数为 10h，日平均负



荷率大于 60% 时, 其锅炉的日平均运行效率能达到 51.7%~55.5%, 而且发现在满足日平均负荷率大于 60% 的条件下, 锅炉的日运行时数越长锅炉日平均效率越高, 当锅炉 24h 连续运行时, 其日平均运行效率可达 73.6%。20 多年后的今天, 无论是采暖锅炉的运行管理水平还是锅炉的制造技术均取得了进步, 从《民用建筑节能设计标准 (采暖居住部分)》JGJ 26 的修订演变过程中, 也可以看到这一点。在 1986 年 8 月 1 日前, 锅炉最低采暖期平均运行效率设计值规定为 55%, 1986 年 8 月 1 日~1996 年 6 月 30 日规定为 60%, 1996 年 7 月 1 日~2009 年规定为 68%。从 1986~2009 的 20 余年间, 我国标准对锅炉最低采暖期平均运行效率设计值的规定提高了 13%, 由 55% 提高到 68%。平均运行效率的提高也标志着采暖初寒期、末寒期内运行效率的提高。根据 1983~1984 年的测试结果和我国节能设计标准的要求, 本标准规定容量为 4.2MW 且燃烧 II 等烟煤的锅炉, 采暖期间锅炉最低日平均运行效率不应小于 66%, 而目前国内企业生产的锅炉的最低设计效率如表 2 所示。在该表中, 容量为 4.2MW 且燃烧 II 等烟煤的锅炉的最低设计效率为 74%, 将 0.89 (=66/74) 这一比率推而广之便得到不同容量的燃煤锅炉的最低日平均运行效率如本标准第 14.2.1 条表 14.2.1 所示。对于燃油燃气锅炉, 由于其负荷调节能力较强, 在负荷率 30% 以上时, 锅炉效率可接近额定效率, 所以, 本标准取燃油燃气锅炉最低设计效率的 90% 作为其最低日平均运行效率的限定值。

表 2 锅炉最低设计效率 (%)

锅炉类型、燃料种类			锅炉容量 (MW)						
			0.7	1.4	2.8	4.2	7	14	≥28.0
燃煤	烟煤	Ⅱ	—	—	73	74	78	79	80
		Ⅲ	—	—	74	76	78	80	82
燃油、燃气			86	87	87	88	89	90	90

14.2.2 本条为新增条文。



锅炉运行效率对建筑能耗的影响至关重要，而且，20 余年建筑节能工作的实践表明：采暖系统运行管理是薄弱环节之一，为了尽快提高采暖锅炉的运行管理水平，本标准规定当检测结果不满足本标准第 14.2.1 条规定时，即判为不合格。

## 15 耗电输热比

### 15.1 检测方法

#### 15.1.1 本条为新增条文。

1 这个规定的外延即采暖热源的铭牌参数应能满足设计要求，循环水泵要具备原设计所要求的流量和扬程。由于水泵出力仅仅满足部分供热负荷的条件时，按照本标准的规定计算所得到的耗电输热比仍然有合格的可能，所以，为了杜绝此类情况的发生，本标准要求检测前对水泵的铭牌参数进行校核。

2 从理论上讲，在采暖系统供热负荷率为 100% 时进行耗电输热比的检测最能体现采暖系统在设计工况下的性能，但如果那样的话，检测标准因可操作性差将会失去存在的意义。但如果检测时负荷率太低，又会给系统的正常运行带来一定的调节上的影响。那么，检测时采暖系统的供热负荷率应为多少较合适呢？通过分析我国三北地区 14 个代表城市的气象资料可知，在采暖期室外空气温度为  $5^{\circ}\text{C}$  时，我国严寒和寒冷地区采暖系统的供热负荷率就达到了 30%~60%，夏热冬冷地区入冬时采暖系统的供热负荷率均能达到 50% 或更高，也就是说如果按照 50% 的规定值执行的话，有的地区刚一入冬便可以实施检测，例如北京、甘孜、济南、西安、徐州等。对于最寒冷的地区，例如伊春地区，采暖起始负荷率虽然仅 30%，但其全采暖期的平均负荷率为 64.8%，至少有 100 天的时间是可以实施本项目的检测的。另一方面，当热源的供热负荷率达到 50% 时，系统的流量调节量和温差调整量均偏离设计值不大，所以，选定 50% 的负荷率作为耗电输热比检测的条件之一。

3 本标准对四种循环水泵的配备形式进行了规定。在采暖系统循环水泵的配备上，一般有本标准列举的四种方式，即变频

制、多泵并联制、大小泵制和一用一备制。变频制水泵通过调节水泵电机的输入频率来跟踪系统阻力的变化，为采暖供热系统提供恒定的资用压头。这种系统由于采用了变频技术，使得耗电输热比较低。多泵并联制系统根据室外气温的变化，依次增加或减少水泵的台数，例如，严寒期启动两台泵，初寒期和末寒期启动一台泵，这样可以实现阶段量调节，再结合质调节便可以适应全采暖期负荷的变化。但这种运行方式下，当并联的水泵台数超过三台时，并联的效率降低显著。大小泵制也是一种行之有效的方式，严寒期使用大泵，初寒和末寒期使用小泵，小泵的流量为大泵的 75% 左右，扬程为大泵的 60% 左右，轴功率为大泵的 45% 左右。这种方式将负荷调节和设备的安全备用合二为一考虑，不失为一种智慧之举。一用一备制系统节能效果最差，但仍然有不少的系统在使用之中，因为它的安全余量大。但不管对何种系统，本标准建议水泵能在设计运行状态下进行检测，这样，系统的耗电输热比最大，也只有在这种状态下，才能鉴别系统的优劣。

#### **15.1.2 本条为新增条文。**

因为 24 小时属于一个完整的时间周期，所以，规定不应少于 24 小时。

#### **15.1.4 本条为新增条文。**

在本条中，需要注意的是  $\Sigma Q$ ，它是采暖热源的设计日供热量，它等于建筑物的设计日热负荷和室外管网的设计日热损失之和，而不是指热源的额定出力。

### **15.2 合格指标与判定方法**

#### **15.2.1 本条为新增条文。**

采暖系统的耗电输热比在 1986 年 8 月 1 日我国颁布实施的第一部采暖居住建筑节能设计标准中便已提及，当时是采用水力输送系数的术语，但由于缺乏有效的监管机制，实际执行情况并不理想。在本标准的第 11 章“室外管网水力平衡度”的条文说



明中曾提及“大马拉小车”的现况。《采暖居住建筑节能检验标准》JGJ 132-2001 对这个问题关注不够，不曾在标准中列入，但这个问题仍然具有相当的普遍性，所以，在本次修订中，加入了此章。

耗电输热比是对采暖系统的设计、施工和水泵产品质量的综合检测，它和采暖系统设计耗电输热比形式一致，但内容上有区别。设计耗电输热比是以水泵的样本数据为依据，而本标准中的耗电输热比则是以水泵的实际耗电量和系统的实际可能的供热能力为依据。耗电输热比限值是根据 1983~1984 年《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》JGJ 26 原编制组对北京四个试验小区的能耗检测数据，并充分考虑 20 多年来我国采暖系统用水泵开发生产业绩的基础上提出来的。本标准中提出的限值和《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》JGJ 26-95 提出的有关设计耗电输热比的限值均出自 1983~1984 年《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》JGJ 26 原编制组的试验数据。

耗电输热比和瞬时耗电输热比是不同的。瞬时耗电输热比是系统在运行过程中的瞬时值，对于某采暖系统中某种水泵运行制度而言，瞬时耗电输热比是不断变化的，也就是说它的值是随供热负荷率的变化而变化的。为了使该评价指标不因检测时间的变化而改变，所以，本标准规定了“耗电输热比”的计算方法。



## 附录 A 仪器仪表的性能要求

本附录确定原则：其一是仪器仪表的档次以满足节能检测需要为前提；其二是积极采用新技术，努力提高检测仪表的自动化程度；其三是主张在满足本标准不确定度要求的前提下，仪器仪表因地制宜。所以本附录中要求的仪器仪表档次均是我国目前工程中普遍使用而市场上又易得的。

由于热量既是节能检测的终极目标之一，而且其检测手段又因价位不同而有别，为了因地制宜，便于本标准的推广实施，所以，对于该项参数检测用仪器仪表的扩展不确定度规定得较灵活，只要不大于检测值的 10% 即可。

本附录表 A 中还规定了覆盖因子 ( $k$ ) 的取值，本标准取  $k$  等于 2，即相当于置信水平约为 95%。

## 附录 B 单位采暖耗热量检测方法

**B.0.2** 本条为对原标准第 4.1.2 条的修改。

本条规定的热计量装置既包括由温度传感器、流量计和相应的二次仪表集约而成的一体化热表和非一体化的热表，也包括流量和温度分别测量，最后人工计算热量的测量方式。本条规定供回水温度计宜安装在外墙外侧且距建筑物外墙外表面 2.5m 以内的位置是根据工程惯例确定的。按规定：建筑物外墙轴线外 2.5m 以内属于室内系统，而 2.5m 以外属于室外管网系统。但考虑到使用“外墙轴线”不如使用“外墙外表面”更方便，所以，本次修订采用了“外墙外表面”的提法。

**B.0.3** 本条为对原标准第 4.1.5 条的修改。

原标准第 4.1.5 条给出了计算“建筑物单位采暖耗热量”的计算公式，在原标准实施的 6 年里，发现了该计算公式的局限性。当检测期间，天空云量的量以及变化规律、包括炊事、照明、家电和人体散热在内的建筑物内部得热、室内通风换气次数都满足设计条件时，采用原标准第 4.1.5 条的公式进行折算出的数据才有比较的意义。更何况准确的建筑物平均室温的检测本身就是不易之事。在这种情况下，本次修订删掉了原标准式 (4.1.5-1) 和式 (4.1.5-2)。本标准不主张通过对建筑物耗热量的检测结果进行温度修正来折算采暖期平均实际耗热量指标。考虑到在建筑节能检测过程中，常常会遇到有关单位采暖耗热量的检测问题，所以，为了方便使用和统一起见，本标准以附录的形式规定了检测要求和计算公式。

## 附录 C 年采暖耗热量指标

### C.1 验算方法

#### C.1.1 本条为新增条文。

在采用软件计算之前,要准备大量的有关数据,其中受检建筑物外围护结构的尺寸便是不可或缺的数据,一般来说建筑竣工图能提供全部数据,所以,本标准作了如是规定。

#### C.1.2 本条为新增条文。

一般情况下,要求对外墙和屋面主体部位的传热系数先进行检测,而后代入软件计算,但有时现场不具备传热系数的检测条件,例如对于未干透的墙体和屋面就很难实施检测,在诸如此类情况下,本标准规定可以根据实际做法经计算确定传热系数。这里的“实际做法”可能和设计图纸不相同,因为这种情况在我国时有发生。外门和外窗在安装之前,一般要经过抽样复检,所以,应该以复检的结果为依据。其他参数如地面的传热系数、节点的传热系数、外窗的遮阳系数等均应以实际为准。

#### C.1.3 本条为新增条文。

本条对实际建筑的建模条件进行了规定。居住建筑中地下室一般是作为辅助用房来设计的,即使有的地方将地下室改作旅馆、办公使用,但因不属于居住建筑的主流,所以,在计算时对地下室不用考虑。随着我国市场经济的发展,临街的居住建筑首层按店铺设计使用的比比皆是,为了统一起见,本标准规定对于首层的店铺一律按居住建筑对待。

#### C.1.4 本条为新增条文。

为了统一室内计算条件,本条作了如是规定。由于建筑物内部得热很难得出一个准确的数据,所以,这里取内部得热为零。因为本标准仅关心建筑物的年采暖耗热量指标的相对值,而并不



关心建筑物年采暖耗热量绝对值的大小,所以,内部得热取零不会影响评判结果。

#### **C.1.5 本条为新增条文。**

中国建筑科学研究院会同全国各有关单位正在编制全国建筑能耗模拟用气象数据库的国家标准。与此同时,国家气象局信息中心和清华大学已经联合编制了一套供建筑能耗分析计算用的全年的逐时气象数据,共涉及 270 个城市,现已出版发行。这就是说各地开展建筑能耗模拟计算所必需的逐时气象数据已经具备。但为了统一起见,本标准要求采用国家现行标准规定的当地典型气象年的逐时数据,对于暂无逐时气象数据的地区可以采用邻近地区的数据进行计算。

#### **C.1.6 本条为新增条文。**

本标准推荐采用动态计算软件,这是因为动态计算软件考虑的影响因素多,计算方法更贴近实际,所以计算结果的可信度较高。在国内的软件市场上,既有中国建筑科学研究院自主开发的 PKPM 系列软件、清华大学研制的 DeST,也有 DOE-2, Enger-Plus, Transys, HASP 等。但由于此类软件大都价格不菲,为推广使用带来了一定的障碍。软件的推广使用环境尚不能适应我国建筑节能工作的需要。鉴于我国目前的软件应用现状,为了推进建筑节能工作向前发展,对于条件尚不具备的用户,本标准规定可采用简易方法进行计算。

#### **C.1.8 本条为新增条文。**

本条对参照建筑物的确定原则进行了规定。

### **C.2 合格指标与判定方法**

#### **C.2.1 本条为新增条文。**

原标准主张通过检测各个热力入口的供热量来折算标准规定状态下的耗热量指标,以此结果来评判该居住建筑的采暖耗热量是否满足设计标准的要求。实践证明:采用这种方法得到的结果和设计标准很难吻合;其次,在采暖系统供热计量尚未在全国实



施的情况下，采用实测耗热量法做起来难度大，可操作性差。

设计标准中规定的计算条件是一种假定条件，在现实生活中未必能碰上。检测过程中，不能保证室内散热量正好是  $3.8\text{W/m}^2$ ，也很难测准某时的室内散热量的准确值，况且，测量室内散热量也没有太大的实际意义；同时，也很难测准室内的通风换气次数。由于建筑物的采暖耗热量不仅受太阳辐射强度、天空云量、室外风速、风向、室外空气温度的影响，而且还受室内内部散热量和居住者生活习惯的影响。由于室内外设计条件往往和检测时实际条件相去甚远，所以，给检测数据的折算和修正带来巨大的挑战。

为了解决这一对矛盾，最好的办法是当工程竣工图和施工图出现差异时，如同设计人员一样采用软件进行验算。只要通过软件计算，证明业已竣工的居住建筑物与其参照建筑相比，其年采暖耗热量不大于参照建筑即可。

## 附录 D 年空调耗冷量指标

### D.1 验算方法

**D.1.1~D.1.3** 为新增条文。

该3条的说明请参见本标准附录C第C.1.1条~第C.1.3条的条文说明。

**D.1.4** 本条为新增条文。

为了统一室内计算条件,本条作了如是规定。首先,很难得出一个准确的建筑物内部得热值;其次,因为本标准仅关心建筑物的年空调耗冷量指标的相对值,并不关心建筑物年空调耗冷量指标绝对值的大小,所以,内部得热取零不会影响评判结果。为简化起见,取内部得热为零。

**D.1.5** 本条为新增条文。

请参见本标准附录C第C.1.5条的条文说明。

**D.1.6** 本条为新增条文。

本条说明可参照本标准附录C第C.1.6条的条文说明。

**D.1.7** 本条为新增条文。

对各地年空调耗冷量指标计算的起止日期,我国尚无标准规定,也无需标准规定。因为何时投入空调系统的运行完全取决于室外气候状况、业主的经济水平和对室内环境的适应能力,所以,本标准未进行具体规定,而只要求符合当地空调季节惯例即可。

**D.1.8** 本条为新增条文。

本条说明参见本标准附录C第C.1.8条的条文说明。

### D.2 合格指标与判定方法

**D.2.1** 本条为新增条文。

对于居住建筑物年空调耗冷量指标，本标准主张通过验算来进行对比，而不主张采用实测居住建筑物耗冷量的方法。原因很简单。实测耗冷量的方法既需要花费大量的人力、物力，而得到的数据又受检测时气象条件的影响较大，可比性较差。本标准采用年空调耗冷量指标而没有采用年空调耗电量指标，主要是因为年耗冷量是空调期间内建筑物逐时冷负荷的累计值，所以，该指标仅反映建筑物热工性能的优劣，而不考虑空调系统的性能系数和使用者的使用习惯。事实上，对于一定的居住建筑物，在某种特定的室内外条件下，它的年耗冷量是一个常数。而居住建筑物的年空调耗电量指标却是随运行方式的不同而变化的，由于有人的因素在其中，所以，使得得出的数据不具备可比性。本标准只关心受检验建筑物的年空调耗冷量指标与参照建筑物的对比关系，而不关心其年空调耗冷量指标绝对值的大小。一栋建筑物通过节能检测，仅表明房屋开发商提供给用户的房屋产品满足我国节能设计标准的规定，但并不能说明该建筑物在使用过程中一定节能，因为，用户如何使用建筑物以及附属的空调系统，与最终是否节能关系密切。因为本标准关心的对象是房屋开发商交付的房屋产品本身的节能性能，而不是使用中所发生的实际能耗大小，所以，本标准作了如是规定。



## 附录 F 室外气象参数检测方法

### F.1 一般规定

#### F.1.1 本条为新增条文。

在实施建筑物围护结构热桥部位内表面温度、建筑物围护结构热工缺陷、建筑物围护结构隔热性能的检测时，均涉及室外气象参数的检测。检测项目不同时，需要检测的室外参数的检测起止时间均有所不同，所以，本标准作了如是规定。

#### F.1.2 本条为新增条文。

目前国内外已有很多自动气象站产品，武汉惠普的 GPRS 自动气象站，中国气象局的 ZQZ-CII 型气象站，英国的 Minimet 自动气象站，美国 HOBO 小型气象站，澳大利亚的 Monitor 自动气象站，InteliMet 自动气象站等。自动气象站具有风速、风向、雨量、温度、湿度等气象数据的采集、存储、显示、远距离数据传输通讯和计算机气象数据处理功能。因此自动气象站被目前国内建筑行业的一些检测单位广泛使用。本条文建议在测试室外气象参数时，优先采用自动气象站。但对于北方地区，需要检测的气象参数仅为室外空气温度，可不必采用自动气象站。

#### F.1.3 本条为新增条文。

我国幅员辽阔，各地区气象参数差异较大，极端最高温度和极端最低温度变化的幅度比较大（详见表 3）。仪表的测量范围与测试不确定度及仪表价格有很大关系。在全国范围内仅规定一个气象参数范围，不仅没有必要，而且仪表的价格会较高，因此本标准仅要求检测仪表满足测量当地的气象条件即可。



表 3 我国典型地区极端最高（低）温度一览表

地 名	极端最高温度 (°C)	极端最低温度 (°C)
漠河	36.8	-52.3
齐齐哈尔	40.1	-39.5
北京	40.6	-27.4
郑州	43.0	-17.9
上海	38.9	-10.1
广州	38.7	0.0
康定	28.9	-14.7

## F.2 室外空气温度

### F.2.1 本条为新增条文。

随着计算机技术的进步，智能型的检测仪得到了快速的发展，在国外，自动检测技术已用于空气温度、湿度、风速、太阳辐射照度、CO<sub>2</sub>气体浓度等参数的检测中，在国内，中国建筑科学研究院、哈尔滨工业大学、清华大学也在生产功能类似的产品，而且体积越来越小，一个单点的温度自动检测仪的体积仅如火柴盒大小。对室外空气温度的测量，由于受到测试温度范围和测试现场条件的限制，以前采用温度自动检测仪的不多，过去经常采用的方法是采用温度传感器，如铂电阻、铜电阻、热敏电阻和热电偶和相应的二次仪表进行组合工作。该类二次仪表具有自动采集和存储数据的功能，并可以和计算机接口。但新型温度自动检测仪的问世，基本解决了以往的困难。

### F.2.2 本条为新增条文。

百叶箱是安装温、湿度传感器用的防护装置，它的内外表面应为白色。百叶箱的作用是防止太阳辐射对传感器的直接辐射和地面对传感器的反射辐射，保护仪表免受强风、雨、雪等的影响，并使传感器有适当的通风，能真实地感应外界空气温度和湿

度的变化。百叶箱应水平固定在一个特制的支架上。支架应牢固地固定在地面或埋入地下，顶端约高出地面 1250mm；百叶箱要保持洁白，木质百叶箱视具体情况每一至三年重新油漆一次；内外箱壁每月至少定期擦洗一次。

### F.3 室外风速

#### F.3.1 本条为新增条文。

气象部门测量风速的仪器主要有 EL 型电接风向风速计、EN 型系列测风数据处理仪、海岛自动测风站、轻便风向风速表、单翼风向传感器和风杯风速传感器等。20 世纪 60 年代后期起，EL 型电接风向风速计一直被国家气象局指定为气象台站使用的测风仪器；自 1991 年起，EN 型系列测风数据处理仪被国家气象局正式规定列为气象仪器。

杯形叶轮风速仪的叶轮结构牢固，机械强度大，测量范围为  $(1\sim 20)\text{m/s}$ ，叶轮风速仪测量的准确性和操作者的熟练程度有很大关系。使用前应检查风速仪的指针是否在零位，开关是否灵活可靠。测定时，必须使气流方向垂直于叶轮的平面，当气流推动叶轮转动  $(20\sim 30)\text{s}$  后再启动开关开始测量，测定完毕后应将指针回零，读得风速值后还应在仪器所附的校正曲线上查得实际风速值。

#### F.3.2 本条为新增条文。

本条对风速测点的位置进行了规定。由于检测作业点常常不在距地面  $(1500\sim 2000)\text{mm}$  的范围内，而室外风速随高度的变化又不容忽视，所以，本标准提供了风速随高度变化的修正公式。本修正公式适合于高度在 100m 以下的应用场合，拟合公式  $R^2$  为 0.9813。

#### F.3.3 本条为新增条文。

建筑热工现场检测中所涉及的室外气流速度不大，所以常采用热电风速仪。热电风速仪由测头和指示仪表组成，操作简便，灵敏度高，反应速度快。测速范围有  $(0.05\sim 5)\text{m/s}$ 、 $(0.05\sim$

10)m/s、(0.05~20)m/s、(0.05~30)m/s 等几种。正常使用条件的环境温度为  $(-10\sim 40)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度小于 85%。检测时，应将标记红色小点一面迎向气流，因为测头在风洞中标定时即为该位置。

## **F.4 太阳辐射照度**

### **F.4.1 本条为新增条文。**

因为检测水平面太阳辐射照度的最终结果与《民用建筑热工设计规范》GB 50176-93 给出的当地夏季太阳辐射照度最高值对比，不参与计算，因此其检测时间不需要与室内检测时间同步。

### **F.4.2 本条为新增条文。**

本条规定水平面太阳辐射照度检测场地选择的原则，要避免周围障碍物的影响，和周围吸收、反射能力强的材料和物体的影响。对于北回归线以南的地区，夏季太阳会出现在北面，因此测试时，应同时注意避免北面障碍物的影响。

### **F.4.4 本条为新增条文。**

本条规定天空辐射表的使用注意事项，避免误操作引起检测误差。



## 附录 G 外窗窗口气密性能检测操作程序

本节是结合《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 - 2008 和美国标准《建筑外门窗空气渗透现场检测方法》(Standard test method for field measurement of air leakage through installed exterior windows and doors) ASTM E783-91, 并结合工程检测实践编写的, 旨在统一建筑物外窗气密性能现场检测操作程序, 使检测数据具有可比性。

### G.0.1 本条为新增条文。

本条主要是强调受检外窗的观感质量要满足使用要求。如果发现受检外窗的外观存在明显的缺陷, 诸如关闭不严、存在明显的缝隙、密封条缺失等, 则应该停止检测工作或另选其他的外窗。

### G.0.2 本条为新增条文。

连续开启和关闭受检外窗 5 次的提法是参照《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 - 2008 提出来的, 旨在检测该受检外窗是否能正常的工作。

### G.0.3 本条为新增条文。

本标准规定了两种安装气密性能检测装置的方法, 一种是外窗安装法, 另一种是房门安装法。实际上第二种方法是将整个房间当作一个静压箱来处理, 是第一种安装方法的拓展, 所以说两种方法的原理都是一样的。现场检测中究竟采用何种安装方法, 则要因现场制宜。当房间内除受检外窗外还有其他开口部位时, 必须先对其他的开口部位进行封堵, 并且对这些封堵的质量进行目测之后, 才能决定是否采用房门安装方法。实践表明, 这种方法常常会造成较大的附加空气渗透量。当然, 处理得好, 也是可以应用的。从安装方法上, 它是一个补充。



#### **G.0.4 本条为新增条文。**

本条主要是对密闭腔（室）的周边密封质量进行带压检查，以期将明显的透风问题解决在正式检测之前，所以，规定内外压差达到 150Pa。150Pa 这个数据是根据近年来全国各检测部门实际检测中的惯例而确定的。10min 钟的稳定时间是本标准编制组根据 2006 年 7 月和 8 月组织的外窗整体气密性能检测实践中总结出来的，因为倘若时间过短，便不可能完成整个粘接处的检查工作，所以，规定检漏时间至少要 10min。

#### **G.0.5 本条为新增条文。**

对检测装置的附加渗透量进行标定时，密封质量检查的方法和本附录 G.0.4 条的规定相同。由于涉及附加渗透量的标定，所以，密封的质量要求更高。

#### **G.0.6 本条为新增条文。**

本条对检测时减压程序和稳定时间进行了规定，目的是通过数据回归求得压差为 10Pa 时检测装置本身的附加空气渗透量。这个附加空气渗透量将要和同一受检外窗揭去室外侧密封带后的外窗整体空气渗透量进行比较，所以，附加空气渗透量的检测至关重要。