

UDC

中华人民共和国行业标准

JGJ

P

JGJ/T 347-2014

备案号 J 1891-2014

建筑热环境测试方法标准

Standard of test methods for thermal environment of building

2014-07-31 发布

2015-04-01 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

建筑热环境测试方法标准

Standard of test methods for thermal environment of building

JGJ/T 347 - 2014

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 5 年 4 月 1 日

中国建筑工业出版社

2014 北 京

中华人民共和国行业标准
建筑热环境测试方法标准
Standard of test methods for thermal environment of building
JGJ/T 347 - 2014

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
环球印刷（北京）有限公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：13 $\frac{1}{8}$ 字数：36 千字

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月第一次印刷

定价：10.00 元

统一书号：15112·26288

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

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

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 505 号

住房城乡建设部关于发布行业标准 《建筑热环境测试方法标准》的公告

现批准《建筑热环境测试方法标准》为行业标准，编号为 JGJ/T 347-2014，自 2015 年 4 月 1 日起实施。

本标准由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 7 月 31 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008 年工程建设标准规范制订、修订计划(第一批)〉的通知》(建标[2008]102 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,编制本标准。

本标准的主要技术内容是:1. 总则;2. 术语;3. 基本规定;4. 测试方法;5. 数据处理;6. 测试报告。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由华南理工大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送华南理工大学(地址:广州市天河区五山路 381 号华南理工大学建筑节能研究中心,邮编:510640)。

本标准主编单位:华南理工大学

本标准参编单位:中国建筑科学研究院

中国建筑西南设计研究院有限公司

江苏省建筑科学研究院有限公司

西安建筑科技大学

深圳市建筑科学研究院有限公司

广东省建筑科学研究院

哈尔滨工业大学

中国疾病预防控制中心

广东省疾病预防控制中心

重庆大学

本标准主要起草人员:孟庆林 张宇峰 林海燕 冯 雅

赵立华 许锦峰 刘月莉 张 磊

刘艳峰 杨 柳 任 俊 杨仕超

	方修睦	戴自祝	张建鹏	李百战
	任 鹏	李 琼	李 楠	
本标准主要审查人员：	路 宾	刘明明	龙惟定	由世俊
	丁力行	林波荣	刘 鸣	金 虹
	冀兆良	陈祖铭	刘俊跃	

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
3.1	基本测试参数与仪器性能	3
3.2	测点布置	3
3.3	测试条件与时间	5
4	测试方法	7
4.1	空气干球温度的测试	7
4.2	空气相对湿度的测试	7
4.3	空气流速的测试	8
4.4	黑球温度的测试	8
4.5	定向辐射热的测试	8
4.6	表面温度的测试	9
5	数据处理	10
5.1	基本测试参数	10
5.2	导出参数	12
6	测试报告	15
	本标准用词说明	16
	引用标准名录	17
	附：条文说明	19

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	3
3.1	Basic Quantities and Instruments Requirements	3
3.2	Measuring Positions	3
3.3	Testing Conditions and Time	5
4	Test Methods	7
4.1	Air Temperature	7
4.2	Air Relative Humidity	7
4.3	Air Velocity	8
4.4	Global Temperature	8
4.5	Radiant Heat of Fixed Direction	8
4.6	Surface Temperature	9
5	Data Analysis	10
5.1	Basic Quantities	10
5.2	Derived Quantities	12
6	Report	15
	Explanation of Wording in This Code	16
	List of Quoted Standards	17
	Addition; Explanation of Provisions	19

1 总 则

1.0.1 为规范建筑室内热环境测试方法，为室内热环境评价提供测试依据，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于民用建筑与工业辅助性建筑的室内热环境测试。

1.0.3 建筑室内热环境测试除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 黑球温度 globe temperature

黑色薄壁球体在环境中达热平衡时，球内中心处的空气干球温度。

2.0.2 定向辐射热 radiant heat of fixed direction

某一小平面对单元接收到的来自某一方向的半球辐射热流量。

2.0.3 平均辐射温度 mean radiant temperature

假想的黑色包围体均匀表面的温度，人在该包围体中的辐射换热量与在实际非均匀空间的换热量相同。

2.0.4 平面辐射温度 plane radiant temperature

包围体的均匀温度，在该包围体中某一小平面对单元一侧的入射辐射热流量与实际环境中的相同。

2.0.5 响应时间 response time

测试值接近待测值 90% 的时间，可通过时间常数计算得到。

2.0.6 紊流强度 turbulence intensity

空气流速的标准偏差与平均值之比，以百分比形式表示。

2.0.7 头脚垂直空气温差 air temperature difference between head and feet

人体头部与脚部空气干球温度之差。

2.0.8 不对称辐射温度 radiant temperature asymmetry

某一小平面对单元两侧平面辐射温度的差异。

3 基本规定

3.1 基本测试参数与仪器性能

3.1.1 建筑室内热环境的基本测试参数应包括空气干球温度、空气相对湿度、空气流速、黑球温度、定向辐射热和表面温度。

3.1.2 建筑室内热环境测试仪器性能的基本要求应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 建筑室内热环境测试仪器性能的基本要求

测试参数	量程	测试精度
空气干球温度	$-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
空气相对湿度	$10\%\sim 100\%$	$\pm 5\%$
空气流速	$0\text{m/s}\sim 5\text{m/s}$	$\pm (0.05+5\%\text{读数})\text{m/s}$
黑球温度	$0^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
定向辐射热	$-2\text{kW/m}^2\sim 2\text{kW/m}^2$	$\pm 5\%$
表面温度	$-10^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$	$\pm 1^{\circ}\text{C}$

注：空气流速的测试精度应确保在任意风向向下满足规定要求，且 0.9 倍的响应时间不应大于 0.5s。

3.1.3 仪器应按国家现行相关标准进行检定校准，并应在检定校准有效期内使用。

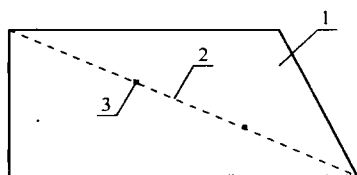
3.2 测点布置

3.2.1 空气干球温度、空气相对湿度、空气流速、黑球温度和定向辐射热的测点布置应符合下列规定：

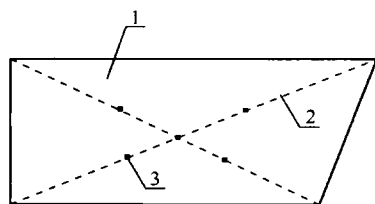
1 当被测对象为四边形平面房间时，应符合下列规定：

1) 当房间面积小于 16m^2 时，应在房间平面对角线交点处布点；

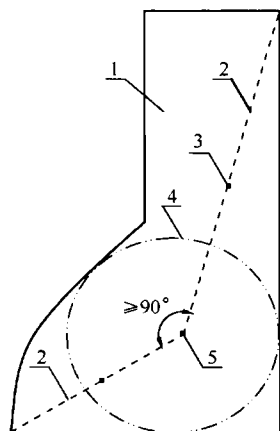
- 2) 当房间面积大于等于 16m^2 但小于 30m^2 时, 应取房间平面最长的对角线作为布点定位线, 并应在其 3 等分点处布点 (图 3.2.1a);



(a) 四边形平面房间最长对角线上布点



(b) 四边形平面房间 2 条对角线上布点



(c) 异形平面房间布点

图 3.2.1 房间平面的测点布置

1—房间平面; 2—布点定位线; 3—等分点; 4—最大内接圆; 5—圆心

- 3) 当房间面积大于等于 30m^2 但小于 60m^2 时, 应取房间平面最长的对角线作为布点定位线, 并应在其 4 等分点处布点;
 - 4) 当房间面积大于等于 60m^2 时, 应取房间平面的 2 条对角线作为布点定位线, 并应在其交点和 3 等分点处布点 (图 3.2.1b)。
- 2 当被测对象为异形平面房间时, 应符合下列规定:
- 1) 当房间面积小于 16m^2 时, 应在房间平面的最大内接圆圆心处布点;
 - 2) 当房间面积大于等于 16m^2 但小于 30m^2 时, 应取房间平面最大内接圆圆心与房间角部连线中最长的且夹角不小于 90° 的 2 条连线作为布点定位线, 并应在该圆心

及 2 条定位线的 2 等分点处布点 (图 3.2.1c);

- 3) 当房间面积大于等于 30m^2 时, 应取房间平面最大内接圆圆心与房间角部连线中最长的且夹角不小于 90° 的 2 条连线作为布点定位线, 并应在该圆心及 2 条定位线的 3 等分点处布点。

3.2.2 空气干球温度和空气流速的测点布置高度应按表 3.2.2 选取。

表 3.2.2 空气干球温度和空气流速的测点布置高度 (m)

坐姿	站姿	对应人体部位
1.10	1.70	头部
0.60	1.10	腹部
0.10	0.10	脚踝

注: 坐姿和站姿指测点处人员的主要活动情况。

3.2.3 空气相对湿度、黑球温度和定向辐射热的测点布置高度, 坐姿应取 0.6m, 站姿应取 1.1m。

3.2.4 表面温度的测点布置应符合下列规定:

1 当测试地板的表面温度时, 应取按本标准第 3.2.1 条规定测点在地板的垂直投影点为测点, 当测点处的地板有覆盖物时, 测点应布置在覆盖物的表面;

2 当测试屋顶的表面温度时, 应取按本标准第 3.2.1 条规定测点在屋顶的垂直投影点为测点, 当测点处的屋顶有吊棚时, 测点应布置在吊棚的表面;

3 当测试墙体的表面温度时, 应在墙体的主要传热部位选择代表性的点为测点;

4 当测试门窗和天窗的表面温度时, 应在门窗或天窗中心区域的透明部位布置测点, 当测点处的门窗或天窗室内侧有遮阳装置时, 测点应布置在遮阳装置的表面。

3.3 测试条件与时间

3.3.1 建筑室内热环境测试, 应在被测环境的主动和被动热环

境调节手段、室内人员和主要发热设备处于正常工作状态时进行。

3.3.2 当对采暖状态下的建筑热环境进行工程评价测试时，应在设计设定的天气条件，或在室内外温差不小于设计温差的50%且多云或少云天气条件下进行。

3.3.3 当对空调状态下的建筑热环境进行工程评价测试时，应在设计设定的天气条件，或在室内外温差和相对湿度差不小于设计温差和设计湿度差的50%且晴或少云天气条件下进行。

3.3.4 当对自然通风或机械通风状态下的建筑热环境测试时，应在典型天气条件下进行。

3.3.5 每次测试的测试时段不应少于被测环境的典型使用时段，数据记录时刻的时间间隔不应大于30min。

4 测试方法

4.1 空气干球温度的测试

4.1.1 空气干球温度宜采用热电偶、铂电阻、热敏电阻的数字式温度计或水银温度计进行测试。

4.1.2 温度计的测头应设置辐射热防护罩，辐射热防护罩应符合下列规定：

1 辐射热防护罩应为两端开口的圆筒，圆筒的内径尺寸应满足当圆筒内置入测头时的通风过流面积不小于圆筒内径面积的50%，圆筒长度应为其内径的（2~4）倍；

2 辐射热防护罩内、外表面应采用半球发射率不大于0.04且太阳辐射吸收系数不大于0.15的光面金属箔。

4.1.3 测试时，应将测头置于辐射热防护罩中部，辐射热防护罩的开口不得朝向房间的冷热源。

4.1.4 当采用水银温度计测试时，除符合本标准外，尚应符合现行国家标准《公共场所空气温度测定方法》GB/T 18204.13的有关规定。

4.2 空气相对湿度的测试

4.2.1 空气相对湿度宜采用通风干湿球温度计、露点湿度计或电子式湿度计进行测试。

4.2.2 当采用通风干湿球温度计测试时，应符合下列规定：

1 应采用符合现行行业标准《气象用湿球纱布》QX/T 35要求的纱布完全包裹测头并固定，纱布包裹层数应为（2~3）层，纱布下端应浸入蒸馏水水壶，测头至壶口的距离应为30mm~50mm；

2 测头应设置辐射热防护罩，辐射热防护罩应符合本标准

第 4.1.2 条的规定；

3 辐射热防护罩内应设置强制通风装置，罩内过流风速不应低于 2.5m/s；

4 测试时，辐射热防护罩的开口不得朝向房间的冷热源。

4.2.3 当采用通风干湿球温度计测试时，辐射防护罩的强制通风不得对附近的空气流速测试产生干扰。

4.2.4 当采用露点湿度计或电子式湿度计测试时，应符合现行国家标准《湿度测量方法》GB/T 11605 的有关规定。

4.3 空气流速的测试

4.3.1 空气流速宜采用热电风速计进行测试。

4.3.2 当使用有方向性的风速计时，应保证测头正对来流方向。

4.3.3 测试时，每次数据记录应连续读数 3min，读数的时间间隔不应大于 0.5s。

4.3.4 测试应避免人员或其他测试仪器对测点附近的气流产生干扰。

4.4 黑球温度的测试

4.4.1 黑球温度应采用黑球温度计进行测试。

4.4.2 当测点处有太阳直射时，应采用球体外表面太阳辐射吸收系数为 0.65~0.75 且直径为 40mm~50mm 的黑球温度计。

4.4.3 测试时，应避免测点附近人员或其他测试仪器产生的风速或辐射热干扰。

4.5 定向辐射热的测试

4.5.1 定向辐射热应采用辐射热计进行测试。

4.5.2 每处测点应测试上下、前后、左右共 6 个方向的定向辐射热，各方向的定向方法应符合下列规定：

1 当确定上下方向时，应将辐射热计水平放置，并应以测头面向上者为“上”，测头面向下者为“下”；

2 当确定前后或左右方向时,应将辐射热计竖直放置,按顺时针方向旋转并每隔 15° 读取辐射热值,应将辐射热值的绝对值最大者对应的方向定为“前”,其相反的方向定为“后”,其逆时针旋转 90° 的方向定为“左”,其顺时针旋转 90° 的方向定为“右”。

4.5.3 测试时,应避免测点附近人员或其他测试仪器产生的辐射热干扰。

4.6 表面温度的测试

4.6.1 表面温度宜采用热电偶、铂电阻或热敏电阻的数字式温度计进行测试。

4.6.2 当测试非透明表面的表面温度时,应符合下列规定:

1 应对测头及其引出的 $80\text{mm}\sim 100\text{mm}$ 长导线做绝缘处理;

2 应将测头及其引出的 $80\text{mm}\sim 100\text{mm}$ 长导线埋入或贴附于被测表面,当采用埋入做法时,埋入深度不应大于 1.0mm 并应保证测头和导线与表面紧密接触,当采用贴附做法时,应确保测头和导线与被测表面粘贴密实,粘贴面不应残留气泡;

3 应对布置测头和导线的部位做表面处理,应使该表面的发射率与被测表面的发射率相差不大于 10% 。

4.6.3 当测试透明表面温度时,应符合下列规定:

1 应采用热电偶测试,测头直径不应大于 1.0mm ,引出导线直径不应大于 0.3mm ;

2 应对热电偶测头及其引出的 $80\text{mm}\sim 100\text{mm}$ 长导线做绝缘处理;

3 应采用透明材料将测头和导线与被测表面粘贴密实,粘贴面不应残留气泡。

5 数 据 处 理

5.1 基本测试参数

5.1.1 空气干球温度的数据处理应符合下列规定：

1 某测点的逐时刻空气干球温度应取该测点在测试时段上各时刻的记录数据；

2 某测点的空气干球温度应为该测点在测试时段上逐时刻空气干球温度平均值；

3 房间某测试高度的空气干球温度应为该测试高度上各测点的空气干球温度平均值；

4 房间的空气干球温度应为房间各测试高度的空气干球温度平均值。

5.1.2 空气相对湿度的数据处理应符合下列规定：

1 某测点逐时刻空气相对湿度应取该测点在测试时段上各时刻的记录数据；

2 当采用通风干湿球温度计测试时，某测点逐时刻相对湿度应按下列公式计算：

$$\varphi = \frac{P_{q,b}(t_s) - A(t_a - t_s)B}{P_{q,b}(t_a)} \times 100\% \quad (5.1.2-1)$$

$$P_{q,b}(t_s) = \text{EXP} \left[\begin{aligned} & \frac{-5800.2206}{t_a + 273} + 1.3914993 - 0.04860239 \\ & (t_a + 273) + 0.41764768 \times 10^{-4} (t_a + 273)^2 \\ & - 0.14452093 \times 10^{-7} (t_a + 273)^3 \\ & + 6.5459673 \ln(t_a + 273) \end{aligned} \right]$$

(5.1.2-2)

$$P_{q,b}(t_s) = \text{EXP} \left[\begin{aligned} & \frac{-5800.2206}{t_s + 273} + 1.3914993 - 0.04860239 \\ & (t_s + 273) + 0.41764763 \times 10^{-4} (t_s + 273)^2 \\ & - 0.14452093 \times 10^{-7} (t_s + 273)^3 \\ & + 6.5459673 \ln(t_s + 273) \end{aligned} \right] \quad (5.1.2-3)$$

式中： φ ——某测点的逐时刻空气相对湿度（%）；

t_a ——该测点某时刻的空气干球温度（℃）；

t_s ——该测点某时刻的空气湿球温度（℃）；

$P_{q,b}(t_a)$ ——对应于 t_a 的饱和水蒸气压力（Pa）；

$P_{q,b}(t_s)$ ——对应于 t_s 的饱和水蒸气压力（Pa）；

A ——温度计系数，取 0.000677；

B ——测试时大气压（Pa）。

3 某测点的空气相对湿度应为该测点在测试时段上逐时刻空气相对湿度的平均值；

4 房间的空气相对湿度应为房间各测点的空气相对湿度平均值。

5.1.3 空气流速的数据处理应符合下列规定：

1 某测点的逐时刻空气流速应按下式计算：

$$v_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_{ai} \quad (5.1.3)$$

式中： v_a ——某测点的逐时刻空气流速（m/s）；

v_{ai} ——该测点某时刻的第 i 个空气流速的读数（m/s）；

n ——该测点某时刻的连续读数的个数。

2 某测点的空气流速应为该测点在测试时段上逐时刻空气流速的平均值。

3 房间某测试高度的空气流速应为该测试高度上各测点的空气流速平均值。

4 房间的空气流速应为房间各测试高度的空气流速平均值。

5.1.4 某测点的逐时刻黑球温度应取测试时段上该测点各时刻的黑球温度记录值。

5.1.5 某测点某方向的逐时刻定向辐射热应取测试时段上该测点该方向的各时刻的定向辐射热记录值。

5.1.6 表面温度的数据处理应符合下列规定：

1 应按地板表面温度、屋顶表面温度、墙体表面温度、门窗或天窗表面温度分别进行数据处理；

2 某表面某测点的逐时刻表面温度应取测试时段上各时刻的表面温度记录数据；

3 某表面某测点的表面温度应为该测点在测试时段上逐时刻表面温度的平均值；

4 房间某表面的表面温度应为房间该表面各测点的表面温度平均值。

5.2 导出参数

5.2.1 房间的头脚垂直空气温差应按下列式计算：

$$\Delta t_{a,v} = t_{a,h} - t_{a,f} \quad (5.2.1)$$

式中： $\Delta t_{a,v}$ ——房间的头脚垂直空气温差（℃）；

$t_{a,h}$ ——房间头部测试高度的空气干球温度（℃），应按本标准第 5.1.1 条第 3 款确定；

$t_{a,f}$ ——房间脚踝测试高度的空气干球温度（℃），应按本标准第 5.1.1 条第 3 款确定。

5.2.2 紊流强度的数据处理应符合下列规定：

1 某测点的逐时刻紊流强度应按下列式计算：

$$TU = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (v_{ai} - v_a)^2}}{v_a} \times 100 \quad (5.2.2)$$

式中： TU ——某测点的逐时刻紊流强度（%）；

v_a ——该测点某时刻的空气流速（m/s），应按本标准第

5.1.3 条第 1 款确定；

v_{ai} ——该测点某时刻的第 i 个空气流速的读数 (m/s)；

n ——该测点某时刻的连续读数的个数。

2 某测点的紊流强度应为该测点在测试时段上逐时刻紊流强度的平均值；

3 房间某测试高度的紊流强度应为该测试高度上各测点的紊流强度平均值；

4 房间的紊流强度应为房间各测试高度的紊流强度平均值。

5.2.3 平均辐射温度的数据处理应符合下列规定：

1 某测点逐时刻平均辐射温度应按下列公式计算：

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{0.25 \times 10^8}{\epsilon_g} \left(\frac{|t_g - t_a|}{D} \right)^{1/4} \times (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273 \text{ (自然对流)} \quad (5.2.3-1)$$

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{1.1 \times 10^8 \times v_a^{0.6}}{\epsilon_g \times D^{0.4}} (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273 \text{ (强制对流)} \quad (5.2.3-2)$$

式中： $\bar{t}_r$ ——某测点的逐时刻平均辐射温度 (°C)；

t_g ——该测点某时刻的黑球温度 (°C)，应按本标准第 5.1.4 条确定；

t_a ——该测点某时刻的空气干球温度 (°C)，应按本标准第 5.1.1 条第 1 款确定；

ϵ_g ——黑球的发射率；

D ——黑球直径 (m)。

2 某测点的平均辐射温度应为该测点在测试时段上逐时刻平均辐射温度的平均值；

3 房间的平均辐射温度应为房间各测点的平均辐射温度平均值。

5.2.4 某测点某方向的逐时刻平面辐射温度应按下列公式计算：

$$t_{pr} = \left[\frac{E}{\sigma} + (t_c + 273)^4 \right]^{1/4} - 273 \quad (5.2.4)$$

式中： t_{pr} ——某测点某方向的逐时刻平面辐射温度（℃）；

E ——该测点该方向的某时刻定向辐射热（ W/m^2 ），应按本标准第 5.1.5 条确定；

σ ——斯蒂芬-玻尔兹曼常数（ $W/(m^2 \cdot K^4)$ ），取 $5.67 \times 10^{-8} W/(m^2 \cdot K^4)$ ；

t_c ——该测点该时刻该方向的辐射热传感器温度（℃）。

5.2.5 不对称辐射温度的数据处理应符合下列规定：

1 某测点某方向的逐时刻不对称辐射温度应为测试时段上该测点该方向的逐时刻平面辐射温度与该测点相反方向的逐时刻平面辐射温度之差的绝对值，某测点某方向的逐时刻平面辐射温度应按本标准第 5.2.4 条确定；

2 某测点某方向的不对称辐射温度应为该测点在测试时段上各时刻该方向的不对称辐射温度平均值；

3 房间某方向的不对称辐射温度应为房间各测点该方向的不对称辐射温度平均值。

6 测试报告

6.0.1 测试报告应包括下列基本信息：

- 1 报告的名称、编号及页码、委托单位名称和地址；
- 2 被测建筑物名称和地址；
- 3 被测房间在建筑物中的位置；
- 4 测试目的及依据；
- 5 测试单位名称及地址；
- 6 测试人、审核人和批准人。

6.0.2 测试报告应包括下列状态条件内容：

- 1 围护结构可调节部位的使用状态；
- 2 环境控制设备的工作状态；
- 3 室内人员和主要发热设备的工作状况；
- 4 测试日的天气状况。

6.0.3 测试报告应包括下列测试信息：

- 1 测试方法；
- 2 仪器名称、型号、测试量程、精度及响应时间；
- 3 测点平面、剖面布置图，测点高度或定位方向，测点数；
- 4 测试仪器的安装方法；
- 5 测试起止时间及记录时间间隔。

6.0.4 测试报告应包括基本测试参数和导出参数的数据处理过程及计算公式等。

6.0.5 测试结果应包括基本测试参数和导出参数。

6.0.6 测试报告宜包括被测室内环境、仪器及测点布置等情况图片。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，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 《湿度测量方法》GB/T 11605
- 2 《公共场所空气温度测定方法》GB/T 18204.13
- 3 《气象用湿球纱布》QX/T 35

中华人民共和国行业标准

建筑热环境测试方法标准

JGJ/T 347 - 2014

条 文 说 明

制 订 说 明

《建筑热环境测试方法标准》JGJ/T 347 - 2014, 经住房和城乡建设部 2014 年 7 月 31 日以第 505 号公告批准、发布。

本标准编制过程中, 编制组进行了广泛的调查研究, 总结了国家现行标准《室内热环境条件》GB/T 5701、《民用建筑热湿环境评价标准》GB/T 50785 和《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》JGJ/T 260 等应用的实际经验, 同时参考了《Ergonomics of thermal environment-Analyticaldetermination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfortcriteria》ISO 7730-2005、《Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy》ASHRAE Standard 55-2004 等国外先进技术标准, 通过对热环境进行实际测试验证, 确定了本标准的测试要求和数据处理方法。

为便于广大设计、施工、管理和科研院校等单位的有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定, 《建筑热环境测试方法标准》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、依据以及执行中需要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。

目 次

1	总则	22
2	术语	23
3	基本规定	24
3.1	基本测试参数与仪器性能	24
3.2	测点布置	27
3.3	测试条件与时间	29
4	测试方法	30
4.1	空气干球温度的测试	30
4.2	空气相对湿度的测试	30
4.3	空气流速的测试	31
4.4	黑球温度的测试	31
4.5	定向辐射热的测试	32
4.6	表面温度的测试	33
5	数据处理	34
5.1	基本测试参数	34
5.2	导出参数	34
6	测试报告	36

1 总 则

1.0.1 本标准规定了建筑室内热环境的测试方法以及与室内热环境测试有关的室外天气条件。

1.0.2 本标准以建筑室内热环境的人体舒适性为出发点，适用于人员使用和活动为主的舒适性建筑，即民用建筑和工业辅助性建筑。

2 术 语

2.0.1~2.0.4 建筑室内各表面的热辐射影响人体舒适性。黑球温度和定向辐射热是辐射影响的测试参数，平均辐射温度和平面辐射温度是辐射影响的表征参数。以上术语在已发布的标准中较为分散或不全，在本标准中统一规定。

黑球温度术语参考《Hot environments-Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)》ISO 7243 - 1989；定向辐射热术语参考现行国家标准《高温作业分级》GB/T 4200；平均辐射温度和平面辐射温度术语参考现行国家标准《室内热环境条件》GB/T 5701。

2.0.5、2.0.6 因自然通风和风扇的普遍性，建筑室内热环境的气流变化较为丰富。空气流速的动态变化可影响人体舒适性。响应时间为测试空气流速变化的仪器要求，紊流强度为表征空气流速变化影响的指标，在本标准中加以说明。术语参考现行国家标准《室内热环境条件》GB/T 5701。

2.0.7、2.0.8 头脚垂直空气温差和不对称辐射温度是计算局部不适指标的必要参数。术语参考现行国家标准《室内热环境条件》GB/T 5701。

3 基本规定

3.1 基本测试参数与仪器性能

3.1.1 本标准依据国内外现行建筑室内热环境评价方法和相关的测试标准，结合我国目前工程检测与评价现状，确定建筑室内热环境测试的6个基本测试参数。

需要说明的是，空气干球温度、空气相对湿度、空气流速和由黑球温度导出的平均辐射温度是用于计算全身热舒适指标PMV、PPD的必要参数；空气干球温度、空气流速及其导出量紊流强度是计算冷吹风感不满意百分比的必要参数；头脚部空气干球温度是计算垂直温差不满意百分比的必要参数；由定向辐射热导出的平面辐射温度是计算各种不对称辐射不满意百分比的必要参数；地板的表面温度是计算冷暖地板不满意百分比的必要参数。

本标准在确定基本测试参数时，也考虑到了国内建设行业检测机构对建筑热环境测试的经验和习惯，例如，与空气绝对湿度相比，空气相对湿度的应用更广，测试仪器更为多见和普遍，也与热舒适评价指标关系密切，因此以空气相对湿度作为本标准的基本测试参数；平均辐射温度是影响人体热舒适的基本参数，但目前国内还没有直接可测的仪器，而测试黑球温度是获取平均辐射温度的方法之一，因其测试方法成熟、应用普及，故将黑球温度作为基本测试参数。同理，选择定向辐射热作为面向平面辐射温度的基本测试参数。

表面温度作为基本测试参数的意义在于：其一，因冷热地板引起的局部不适只能由地板表面温度计算得到，其他参数无法替代；其二，平均辐射温度和平面辐射温度可由房间各表面的温度计算得到；其三，表面温度测试可提供辐射较强表面或部位的详

细信息。

3.1.2 参考建筑室内热环境测试仪器标准《Ergonomics of the thermal environment-Instruments for measuring physical quantities》ISO 7726 - 1998 (中文名称: 热环境工效学—物理量测试仪器)(以下简称 ISO 7726), 结合我国各地气候条件和建筑室内热环境现状, 以及我国相关测试仪器的市场和使用现状, 确定测试仪器的基本性能要求。

ISO 7726 在建筑室内热环境研究基础上, 提出面向舒适性评价的测试仪器性能基本要求如表 1 所示:

表 1 ISO 7726 面向舒适性评价的测试仪器性能基本要求

测试参数	量程	测试精度
空气干球温度	10℃~40℃	±0.5℃
空气绝对湿度	0.5kPa~3.0kPa	±0.15kPa
空气流速	0.05m/s~1m/s	±(0.05+5%读数) m/s
平均辐射温度	10℃~40℃	±2℃
定向辐射热	-35W/m ² ~35W/m ²	±5W/m ²
表面温度	0℃~50℃	±1℃

在仪器精度方面, 考虑到国际标准 ISO 7726 的规定有较多研究和实践积累, 较为成熟可靠, 且可与国内相关标准顺利衔接, 目前普遍使用的仪器也易实现, 故主要参照 ISO 7726 确定仪器的精度要求。其中, 空气绝对湿度和平均辐射温度在本标准中替换为空气相对湿度和黑球温度, 精度要求作相应调整; 定向辐射热考虑到与国内广泛执行的现行国家标准《公共场所辐射热测定方法》GB/T 18204.17 衔接, 作相应调整。

在仪器量程方面, 因 ISO 7726 主要面向欧美发达国家业已广泛普及的采暖空调建筑, 而我国目前的空调采暖普及率不及发达国家, 南北方还普遍存在自然通风建筑, 故在广泛调研我国自然通风建筑室内热环境现状的基础上, 对量程要求作相应调整。

通过科技期刊文献搜索, 查阅近年来我国南北方不同气候地

区在自然通风建筑所做的室内热环境研究, 获得以下参考信息 (表 2 和表 3):

表 2 我国自然通风建筑室内热环境的冬季测试结果

热工分区	城市	测试时间及地点	空气干球温度范围	空气相对湿度范围	空气流速范围	平均辐射温度范围
严寒地区	哈尔滨	2000 及 2001 年冬季, 住宅	(12~25.6)℃	22%~53%	(0.01~0.22) m/s	(12.2~34.4)℃
寒冷地区	北京	2008.12—2009.3, 农宅	(6.1~22.3)℃	20%~78%	(0.02~1.09) m/s	—
寒冷地区	北京	2011.11—12, 住宅	(16.2~23.1)℃	19%~63%	约 0.05m/s	—
夏热冬冷地区	上海	2011.11—12, 住宅	(12.6~21.6)℃	53%~84%	约 0.05m/s	—
夏热冬冷地区	武汉	2007.10—2008.1, 教室	(8.9~23.1)℃	36%~88%	—	—
夏热冬冷地区	重庆	2006.1, 教室	(8.8~15.3)℃	77%~95%	(0.01~0.16) m/s	—

表 3 我国自然通风建筑室内热环境的夏季测试结果

热工分区	城市	测试时间及地点	空气干球温度范围	空气相对湿度范围	空气流速范围	平均辐射温度范围
寒冷地区	北京	1998.7, 住宅	(26~31)℃	53%~88%	(0.02~1.5) m/s	—
夏热冬冷地区	重庆	2006.7, 教室	(29.7~38.1)℃	42%~89%	(0.16~0.53) m/s	—
夏热冬暖地区	广州	2008.5—10, 教室及宿舍	(25.4~34.4)℃	49%~82%	0~2.8m/s	(26.7~35.7)℃

综合表 2 和表 3 可知, 我国自然通风建筑的室内空气干球温度范围约为 0~40℃。考虑严寒和夏热冬冷地区冬季不采暖的个

别情况及常见的仪器性能，温度量程下限调整为一 10°C ，考虑夏热冬暖地区夏季非空调的个别情况及常见的仪器性能，温度上限调整至 50°C 。

相应的，空气相对湿度范围约为 $10\%\sim 100\%$ ，现有仪器设备容易实现，故以此作为量程要求。空气流速范围约为 $(0\sim 3)\text{m/s}$ ，考虑以上研究的局限性和风扇在夏季的普遍使用，以及瞬时风速较大的情况，空气流速测试仪器的量程上限调整为 5m/s 。

由较为有限的平均辐射温度测试结果可推知，黑球温度可高于空气干球温度。结合目前黑球温度计的测试性能，确定黑球温度测试仪器的基本量程为 $0^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

定向辐射热参照现行国家标准《公共场所辐射热测定方法》GB/T 18204.17 确定量程要求，并对冷辐射加以考虑。表面温度测试仪器的量程要求参照空气干球温度确定，并适当提高上限。

建筑物的室内气流受各种因素（开窗、风扇和空调送回风等）影响作用，较温湿度和辐射而言，更为活跃，无论是大小还是方向，均有可能随时发生变化。标准从全身舒适性和局部吹风不适感两个角度出发，提出方向性和响应时间两个空气流速测试仪器的额外要求。因人体可感知来自不同方向的气流，且对风速向量的绝对值敏感，故要求空气流速的测试精度在任意风向下满足。有研究表明，人体对频率 1Hz 以下的气流动态变化敏感，故要求仪器 0.9 倍的响应时间不应大于 0.5s （ 0.9 倍的响应时间在数值上等于 2.3 倍的时间常数）。

使用集成式仪器，如热舒适仪和 WBGT 指数仪时，应分别查看其各项基本参数的测试量程、精度及相关要求是否满足本条规定。

3.2 测点布置

3.2.1 建筑室内热环境为人所感受，服务于人，建筑室内热环境测试时应主要在人员使用和活动位置布置测点。但事实上，人

员的位置或固定（办公室）或活动（商场），或已知（既有建筑）或未知（新建建筑），或多（大型会议室和体育场馆）或少（住宅），同时，受采暖空调和围护结构设计等影响，各位置处的热环境或相近（同一空调送风区域），或相异（临近大玻璃、门口），如果要求在多数或典型的人员使用和活动位置处布置测点，实际中很难操作。因此，本标准参照现行国家标准《民用建筑热湿环境评价标准》GB/T 50785 和《公共场所空气干球温度测定方法》GB/T 18204.13 等提出了测点布置要求，其中，考虑到建筑平面设计的多样化，尤其在公共建筑中容易出现有别于四边形的异形房间，对异形平面房间的测点布置做出了相应规定，提出了采用异形平面房间最大内接圆定位的方法，一定程度上把测点确定在异形房间中人员使用和活动的主要区域，可以避免现场测试布点的随意性。

3.2.2 空气干球温度对人体舒适性影响最为显著，且在建筑室内热环境中容易因局部热源、温差或气流等因素作用出现分布不均。空气流速变动丰富，受门窗、风扇和空调气流组织等影响，也易出现分布不均。有研究表明，人体不同部位的热感觉对全身热感觉及舒适性有显著影响，其中，头脸部的影响较大，胸腹部次之，下半身较小。此外，现行标准规定对建筑室内热环境作垂直温差方面的考察和评价，这要求测试头脚处的空气干球温度。因此，本标准参照 ISO 7726，规定测点应设置在头部、腹部和脚踝对应的三个高度上。

3.2.3 相对湿度、黑球温度和定向辐射热对人体舒适性的影响相对较弱，且在不同高度上的分布较为均匀。0.6m 和 1.1m 分别对应坐姿和站姿人体的腹部位置。本条文亦参照 ISO 7726。

3.2.4 铺设在地板的覆盖物、吊设在屋顶下的吊棚和门窗室内侧的遮阳装置，是与人体发生实际换热的表面，测试应在其表面进行。

3.3 测试条件与时间

3.3.1 本条文规定了建筑方面的测试条件。正常工作状态是指门窗、风扇等被动调节手段状态正常，采暖、空调、机械通风等主动调节手段正常运行，室内人员正常活动，室内主要发热设备运转正常。

3.3.2、3.3.3 本条文针对安装和使用采暖或空调设备的建筑，为其采暖或空调设计评价提供参考，部分内容也参照现行国家标准《室内热环境条件》GB/T 5701 第 7.4 条。

3.3.4 本条文针对建筑处于自然通风或机械通风的情况。典型天气是指历年中较为常见的天气。

3.3.5 由于测试目的不同测试周期的长短也不同，本标准规定以典型使用时段为最低限，强调测试应起码涵盖人员使用建筑环境的一个完整周期，如办公室应测试 8h。考虑仪器的响应时间和连续测试的必要性，规定测试时间间隔不超过 30min。

4 测试方法

4.1 空气干球温度的测试

4.1.2、4.1.3 当温度探头与热源相邻时，测得的温度不是实际的空气干球温度，而是介于空气干球温度和平均辐射温度之间的温度，此时应注意保护温度探头不受辐射的影响。

常见的防辐射方法是在感温部分加设辐射热防护罩，一般为内外表面贴反射型金属箔（如铝箔）的圆筒。防护罩应保留足够空间给感温探头，以形成自然的空气流动。或加装小型风扇驱动防护罩内的空气流动，此时应注意将感温探头置于风扇的吸风段，以免风扇发热对测试产生影响。

筒长与内径的比例越大，防辐射效果（指防止圆筒开口处入射辐射热的影响）越好，通风效果越差；反之，通风好而防辐射差。综合考虑，一般的建筑室内，风速小而辐射不强，故以加强通风为先确定比例要求，同时要求测试时开口不应朝向房间的冷热源。

4.1.4 现行国家标准《公共场所空气温度测定方法》GB/T 18204.13 给出了玻璃液体温度计的测定步骤和读数方法。

4.2 空气相对湿度的测试

4.2.2 如果湿纱布未包裹整个感温部分，包裹部分会因蒸发冷却而达到湿球温度，而未包裹部分未被冷却，接近干球温度，两部分间导热，从而造成湿度测试的误差。湿润纱布的水应用蒸馏水，因为含盐的水可能造成水蒸气分压力降低，自来水可能使纱布硬结。与空气干球温度测试相同，湿度测试的感温部分也应采取防辐射处理。采用强制通风使测头风速不低于 2.5m/s，才能保证空气与水的湿平衡。本条文参照了国家现行标准《公共场

所空气湿度测定方法》GB/T 18204.14 和《地面气象观测规范 第 6 部分：空气温度和湿度观测》QX/T50。

4.3 空气流速的测试

4.3.2 指对方向敏感的热电风速计。此类风速计一般在测头处刻有标记，测试空气流速时，应保持有标记面正对来流方向。可用烟雾确定来流方向。

4.3.3 参见本标准 3.1.2 条的条文说明，建筑室内气流十分活跃，无论是大小还是方向，均有可能随时发生变化。本标准 3.1.2 条规定空气流速测试仪器 0.9 倍的响应时间不应大于 0.5s。参照 ISO 7726 表 2 和现行国家标准《室内热环境条件》GB/T 5701 第 7.3.1 条，提出空气流速读数的持续时间和时间间隔要求。

4.3.4 如测试人员应处于下风向，如避免通风干湿球温度计的强制通风对风速计测头处气流的干扰。

4.4 黑球温度的测试

4.4.1 单独的黑球温度计较为少见，一般与干湿球温度计组合而成 WBGT 指数仪，或再加风速计而成热舒适仪。

4.4.2 这种情况在大玻璃幕墙建筑中容易出现。当测点处有太阳直射时，太阳辐射对黑球温度有较大影响。为准确测试太阳辐射对人体的影响，应从人体表面的太阳辐射吸收系数和有效照射面积比两方面，对黑球温度测试作相应规定。查阅有关资料得知，着中间色服装的人体表面太阳辐射吸收率约为 0.7，故规定球体表面的太阳辐射吸收系数应为 0.65~0.75。有效照射面积比跟太阳和人体的相对位置以及人体的姿势有关，情况较为复杂，暂不规定。

受太阳辐射变化的影响，透过玻璃进入室内的短波辐射和玻璃自身的长波辐射在短时间内可能发生剧烈变化。通常使用的黑球温度计直径为 0.15m，因其热惯性大，响应时间长，一般需要

20min~30min 才能稳定。当测试环境的辐射变化较快时,在黑球温度计未达稳定前,环境辐射便可能发生变化,如此将无法测得准确数值。有研究表明,使用涂黑乒乓球(直径约 40mm)制作而成的黑球温度计,其响应时间仅为标准黑球温度计的一半,且其测试精度与标准黑球温度计接近。目前市场常见的小直径黑球温度计尺寸在 40mm~50mm 之间,响应时间较短,故推荐在有太阳直射时选用直径为 40mm~50mm 的黑球温度计。

另外,圆球形黑球温度计可能过高估计人体接收的来自上下两个方向,也即吊顶和地面的辐射(参见表 4)。对于冷辐射吊顶或地板采暖房间,建议使用椭球型黑球温度计。人体的主要活动姿势不同时,椭球型黑球温度计的测头摆放倾角也应跟随变化,站姿时长轴垂直放置,坐姿时倾斜 30°。

表 4 投影面积系数

姿势	物体	方向		
		上/下	左/右	前/后
站姿	人体	0.08	0.23	0.35
	圆球	0.25	0.25	0.25
	椭球	0.08	0.28	0.28
坐姿	人体	0.18	0.22	0.30
	圆球	0.25	0.25	0.25
	椭球	0.18	0.22	0.28

4.4.3 如测试人员不应站立在黑球与环境主要辐射表面之间。黑球温度与空气干球温度、空气流速和环境各表面辐射均有关(参见本标准 5.2.3 条的条文说明)。

4.5 定向辐射热的测试

4.5.1 定向辐射热计由黑白片组成,利用黑片吸收辐射热和抛光金属白片反射辐射热的特性,测试一定辐射热作用下黑白片间的温差,以此得到入射的定向辐射热。

4.5.2 如本标准第 3.1.1 条条文说明所述，由定向辐射热导出的平面辐射温度用于计算各种不对称辐射不满意百分比。目前相关评价标准规定的不对称辐射可由冷/暖吊顶或冷/暖墙引起，对应每种情况，均需测试相对两个方向上的定向辐射热。故规定应对上下、左右、前后 6 个方向分别进行定向辐射热的测试。

确定具体方向时，以房间内最大冷/热辐射方向为重要目标，定之为“前”。

4.5.3 人员影响主要是房间内测试人员或其他人员如处于辐射热计与被测方向主要辐射源之间时会影响测试结果，仪器影响主要是测点附近体积较大的其他测试仪器如黑球测头、温湿度记录仪等，如彼此距离很近则会对测试结果造成相互影响。

4.6 表面温度的测试

4.6.2 绝缘处理是为了防止表面结露等因素造成的导电影响；引出导线的埋入和贴附是为了避免导线因暴露在空气中与测头发生温差传热；可用导热胶辅助促进测头与表面的紧密接触和良好导热；表面处理是为了保持被测表面原有的辐射换热特性。

5 数据处理

5.1 基本测试参数

5.1.1 基本参数的数据处理，首先应确定测点的逐时刻的数据，然后按“测点—测试高度平面—房间”的顺序进行处理。

5.1.2 参照现行国家标准《公共场所空气湿度测定方法》GB/T 18204.14。

5.2 导出参数

5.2.3 平均辐射温度通过测定黑球温度经计算得到，两者之间的关系是建立在黑球处于被测环境中达到热平衡基础上的。当黑球置于被测环境时，球体外表面在辐射和对流换热作用下达到热平衡，此时，可假定球体外表面温度和球体内表面及置于球体内部的传感器温度相等，那么有：

$$q_r + q_c = 0 \quad (1)$$

式中： q_r ——环境各表面与球体之间的辐射换热 (W/m^2)；

q_c ——空气和球体之间的对流换热 (W/m^2)。

环境各表面与球体之间的辐射换热用平均辐射温度表示：

$$q_r = \epsilon_g \sigma [(\bar{t}_r + 273)^4 - (t_g + 273)^4] \quad (2)$$

式中： ϵ_g ——黑球的发射率；

σ ——斯蒂芬-玻尔兹曼常数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$]；

$\bar{t}_r$ ——平均辐射温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

t_g ——黑球温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

空气和球体之间的对流换热由下式表示：

$$q_c = h_{cg}(t_a - t_g) \quad (3)$$

式中： h_{cg} ——球体的对流换热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]；

t_a ——球体附近的空气干球温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

对于自然对流:

$$h_{cg} = 1.4 \left(\frac{|t_g - t_a|}{D} \right)^{1/4} \quad (4)$$

对于强制对流:

$$h_{cg} = 6.3 \frac{v_a^{0.6}}{D^{0.4}} \quad (5)$$

式中: D ——黑球直径 (m);

v_a ——球体附近的空气流速 (m/s)。

如无法判断对流形态, 对流换热系数则取二者中的较大者。

那么, 黑球的热平衡可表达为:

$$\epsilon_g \sigma [(\bar{t}_r + 273)^4 - (t_g + 273)^4] + h_{cg}(t_a - t_g) = 0 \quad (6)$$

由此可得平均辐射温度的表达式为:

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{h_{cg}}{\epsilon_g \sigma} (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273 \quad (7)$$

于是, 对于自然对流:

$$\begin{aligned} \bar{t}_r = & \left[(t_g + 273)^4 + \frac{0.25 \times 10^8}{\epsilon_g} \left(\frac{|t_g - t_a|}{D} \right)^{1/4} \right. \\ & \left. \times (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273 \end{aligned} \quad (8)$$

对于强制对流:

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{1.1 \times 10^8 \times v_a^{0.6}}{\epsilon_g \times D^{0.4}} (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273 \quad (9)$$

5.2.4 本条文计算公式取自现行国家标准《公共场所辐射热测定方法》GB/T 18204.17 第 5.2 条。

5.2.5 本文规定了不对称辐射温度的数据处理方法。

6 测试报告

6.0.1~6.0.6 给出了测试报告应包含的内容。测试应根据具体对象和目的，依据本标准及相关标准，选定热环境测试的仪器、测点、条件和时间以及需要计算的导出参数。测试报告应包括基本信息、状态条件、测试信息、数据处理和测试结果等五部分内容。



1 5 1 1 2 2 6 2 8 8



统一书号：15112 · 26288

定 价： 10.00 元