

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. 人工冷热源热湿环境评价；5. 非人工冷热源热湿环境评价；6. 基本参数测量。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由重庆大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送重庆大学（地址：重庆市沙坪坝区沙北街83号重庆大学B区城市建设与环境工程学院；邮编：400045）。

本标准主编单位：重庆大学

中国建筑科学研究院

本标准参编单位：中国建筑设计研究院

西安建筑科技大学

住房和城乡建设部科技促进发展中心

哈尔滨工业大学

沈阳建筑大学

华南理工大学

本标准主要起草人员：李百战 王清勤 潘云钢 李安桂

李楠 王智超 张小玲 赵加宁

姚润明 冯国会 孟庆林 王昭俊

喻伟 刘红

本标准主要审查人员：吴德绳 王有为 王唯国 丁 高
伍小亭 虞永宾 艾为学 姚 杨
杨仕超 戎向阳 李 荣

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	人工冷热源热湿环境评价	5
4.1	一般规定	5
4.2	评价方法	5
5	非人工冷热源热湿环境评价	9
5.1	一般规定	9
5.2	评价方法	9
6	基本参数测量	13
6.1	基本参数和仪器	13
6.2	测量条件	14
6.3	测点位置和数量	14
6.4	测量时间	15
附录 A	热湿环境调查问卷	16
附录 B	不同活动代谢率	17
附录 C	服装热阻值	18
附录 D	体感温度的计算方法	24
附录 E	PMV-PPD 的计算程序	25
附录 F	局部评价指标	29
	本标准用词说明	31
	引用标准名录	32

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
4	Requirements for Thermal Environment in Heated and Cooled Buildings	5
4.1	General Requirements	5
4.2	Evaluation Methods	5
5	Requirements for Thermal Environment in Free-running Buildings	9
5.1	General Requirements	9
5.2	Evaluation Methods	9
6	Measurement of Basic Parameters	13
6.1	Measuring Parameters and Devices	13
6.2	Measuring Conditions	14
6.3	Measuring Positions	14
6.4	Measuring Period	15
Appendix A	Thermal Environment Survey	16
Appendix B	Metabolic Rates of Different Activities	17
Appendix C	Clothing Insulation	18
Appendix D	Calculation of Operative Temperature	24
Appendix E	Calculation of PMV-PPD	25
Appendix F	Local Thermal Comfort Index	29
	Explanation of Wording in This Standard	31
	List of Quoted Standards	32

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家有关节约能源、保护环境的法律、法规和政策，规范民用建筑室内热湿环境的评价，引导民用建筑工程营造适宜、健康的室内热湿环境，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于居住建筑和办公建筑、商店建筑、旅馆建筑、教育建筑等的室内热湿环境评价。

1.0.3 民用建筑室内热湿环境的评价，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房城乡建设部信息中心
浏览专用

2 术 语

2.0.1 热舒适 thermal comfort

人对于热湿环境的主观满意程度。

2.0.2 I级热湿环境 thermal environment category I

人群中 90% 感觉满意的热湿环境。

2.0.3 II级热湿环境 thermal environment category II

人群中 75% 感觉满意的热湿环境。

2.0.4 III级热湿环境 thermal environment category III

人群中低于 75% 感觉满意的热湿环境。

2.0.5 人工冷热源热湿环境 thermal environment in heated and cooled buildings

使用供暖、空调等人工冷热源进行热湿环境调节的房间或区域。

2.0.6 非人工冷热源热湿环境 thermal environment in free-running buildings

未使用人工冷热源，只通过自然调节或机械通风进行热湿环境调节的房间或区域。

2.0.7 服装热阻 clothing insulation (I_d)

表征服装阻抗传热能力的物理量。

2.0.8 热感觉 thermal sensation

人体对冷热的主观感受。

2.0.9 预计平均热感觉指标 predicted mean vote (PMV)

根据人体热平衡的基本方程式以及心理生理学主观热感觉的等级为出发点，考虑了人体热舒适感的诸多有关因素的全面评价指标，是人群对于热感觉等级投票的平均指数。

2.0.10 预计不满意者的百分数 predicted percentage dissatis-

fied (*PPD*)

处于热湿环境中的人群对于热湿环境不满意的预计投票平均值。

2.0.11 预计适应性平均热感觉指标 adaptive predicted mean vote (*APMV*)

在非人工冷热源热湿环境中，考虑了人们心理、生理与行为适应性等因素后的热感觉投票预计值。

2.0.12 代谢率 metabolic rate

人体通过代谢将化学能转化为热能和机械能的速率，通常用人体单位面积的代谢率表示。

2.0.13 冷吹风感 draft

因空气流动引起的人体局部不同程度的寒冷感。

2.0.14 不对称辐射温度 radiant temperature asymmetry

与人体相对的两个微小平面辐射温度的差异。

2.0.15 紊流强度 turbulence intensity (T_u)

空气流速标准差与空气流速平均值的比值。

2.0.16 局部不满意率 local percentage dissatisfied caused by thermal environment (*LPD*)

由于冷吹风感、垂直温差、地板表面温度、不对称辐射温度等局部热湿环境引起的不满意率。

2.0.17 体感温度 operative temperature (t_{op})

具有黑色内表面的封闭环境的平均温度。

2.0.18 室外平滑周平均温度 running mean of outdoor temperature (t_m)

连续 7d 室外日平均温度的指数加权值。

3 基本规定

3.0.1 民用建筑室内热湿环境的评价宜以建筑物内主要功能房间或区域为对象，也可以独栋建筑为对象。当建筑中 90% 以上主要功能房间或区域满足某评价等级条件时，可判定该建筑达到相应等级。

3.0.2 民用建筑室内热湿环境的评价可分为设计阶段的评价（简称“设计评价”）和使用阶段的评价（简称“工程评价”）。

3.0.3 设计评价应在建筑的施工图设计完成后进行。申请设计评价的建筑应提供下列资料：

- 1 相关审批文件；
- 2 施工图设计文件；
- 3 施工图设计审查合格的证明文件。

3.0.4 工程评价应在建筑投入正常使用一年后进行，申请工程评价的建筑除应提供本标准第 3.0.3 条规定的资料外，尚应提供工程竣工验收资料和室内热湿环境运行资料。

3.0.5 民用建筑室内热湿环境的评价应区分为人工冷热源热湿环境评价和非人工冷热源热湿环境评价。

3.0.6 民用建筑室内热湿环境评价等级可划分为Ⅰ级、Ⅱ级和Ⅲ级等三个等级，且等级的判定应按本标准第 4 章和第 5 章的规定执行。

4 人工冷热源热湿环境评价

4.1 一般规定

4.1.1 对于采用人工冷热源的建筑室内热湿环境，应在满足下列条件时，再进行等级判定：

1 室内温度、湿度、空气流速等参数满足设计要求，并符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的规定；

2 建筑围护结构内表面无结露、发霉等现象；

3 采用集中空调时，新风量符合国家现行有关标准的规定。

4.2 评价方法

4.2.1 对于人工冷热源热湿环境，设计评价的方法应按表 4.2.1 选择，工程评价的方法宜按表 4.2.1 选择。当工程评价不具备按表 4.2.1 执行的条件时，可采用由第三方进行大样本问卷调查法。调查问卷应按本标准附录 A 执行，代谢率应按本标准附录 B 执行，服装热阻应按本标准附录 C 执行，体感温度的计算应按本标准附录 D 执行。

表 4.2.1 人工冷热源热湿环境的评价方法

冬季评价条件		夏季评价条件		评价方法
空气流速 (m/s)	服装热阻 (clo)	空气流速 (m/s)	服装热阻 (clo)	
$v_a \leq 0.20$	$I_{cl} \leq 1.0$	$v_a \leq 0.25$	$I_{cl} \geq 0.5$	算法或图示法
$v_a > 0.20$	$I_{cl} > 1.0$	$v_a > 0.25$	$I_{cl} < 0.5$	图示法

4.2.2 采用算法进行人工冷热源热湿环境等级评价时，设计

评价应按其整体评价指标进行等级判定；工程评价应按其整体评价指标和局部评价指标进行等级判定，且所有指标均应满足相应等级要求。

4.2.3 整体评价指标应包括预计平均热感觉指标 (PMV)、预计不满意者的百分数 (PPD)， PMV - PPD 的计算程序应按本标准附录 E 执行；局部评价指标应包括冷吹风感引起的局部不满意率 (LPD_1)、垂直空气温度差引起的局部不满意率 (LPD_2) 和地板表面温度引起的局部不满意率 (LPD_3)，局部不满意率的计算应按本标准附录 F 执行。

4.2.4 对于人工冷热源热湿环境的评价等级，整体评价指标应符合表 4.2.4-1 的规定，局部评价指标应符合表 4.2.4-2 的规定。

表 4.2.4-1 整体评价指标

等级	整体评价指标	
I 级	$PPD \leq 10\%$	$-0.5 \leq PMV \leq +0.5$
II 级	$10\% < PPD \leq 25\%$	$-1 \leq PMV < -0.5$ 或 $+0.5 < PMV \leq +1$
III 级	$PPD > 25\%$	$PMV < -1$ 或 $PMV > +1$

表 4.2.4-2 局部评价指标

等级	局部评价指标		
	冷吹风感 (LPD_1)	垂直空气温度差 (LPD_2)	地板表面温度 (LPD_3)
I 级	$LPD_1 < 30\%$	$LPD_2 < 10\%$	$LPD_3 < 15\%$
II 级	$30\% \leq LPD_1 < 40\%$	$10\% \leq LPD_2 < 20\%$	$15\% \leq LPD_3 < 20\%$
III 级	$LPD_1 \geq 40\%$	$LPD_2 \geq 20\%$	$LPD_3 \geq 20\%$

4.2.5 人体代谢率为 1.0met~1.3met，服装热阻为 0.5clo 和 1.0clo 的人工冷热源热湿环境，可采用图示法进行等级评价（图 4.2.5-1、图 4.2.5-2）。采用图示法评价时，应先根据图 4.2.5-1

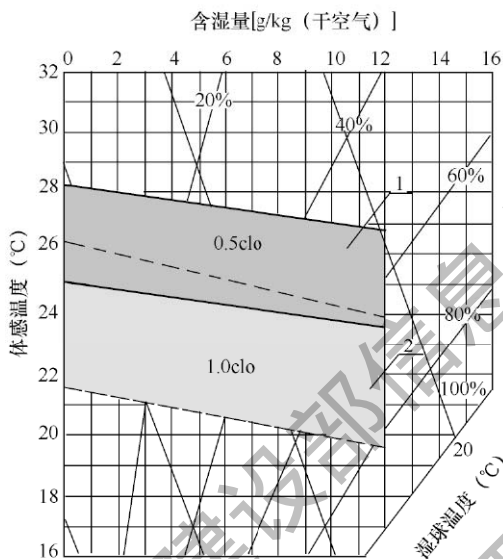


图 4.2.5-1 人工冷热源热湿环境体感温度范围

- 1—服装热阻为 0.5clo 的 I 级区 (实线区域);
2—服装热阻为 1.0clo 的 I 级区 (虚线区域)

判断室内热湿环境等级，当室内热湿环境不满足图 4.2.5-1 的要求时，再根据图 4.2.5-2 判定其等级。动态服装热阻应按本标准附录 C.2 进行修正。不同服装热阻所对应的体感温度上限和下限应按下列公式进行线性插值计算：

$$t_{\min, I_{cl}} = [(I_{cl} - 0.5) t_{\min, 1.0clo} + (1.0 - I_{cl}) t_{\min, 0.5clo}] / 0.5 \quad (4.2.5-1)$$

$$t_{\max, I_{cl}} = [(I_{cl} - 0.5) t_{\max, 1.0clo} + (1.0 - I_{cl}) t_{\max, 0.5clo}] / 0.5 \quad (4.2.5-2)$$

式中： $t_{\max, I_{cl}}$ ——在服装热阻为 I_{cl} 时的体感温度上限 (°C)；
 $t_{\min, I_{cl}}$ ——在服装热阻为 I_{cl} 时的体感温度下限 (°C)；
 $t_{\max, 1.0clo}$ ——在服装热阻为 1.0clo 时的体感温度上限 (°C)；

- $t_{\max, 0.5\text{clo}}$ ——在服装热阻为 0.5clo 时的体感温度上限 (°C);
- $t_{\min, 1.0\text{clo}}$ ——在服装热阻为 1.0clo 时的体感温度下限 (°C);
- $t_{\min, 0.5\text{clo}}$ ——在服装热阻为 0.5clo 时的体感温度下限 (°C);
- I_{cl} ——服装热阻 (clo)。

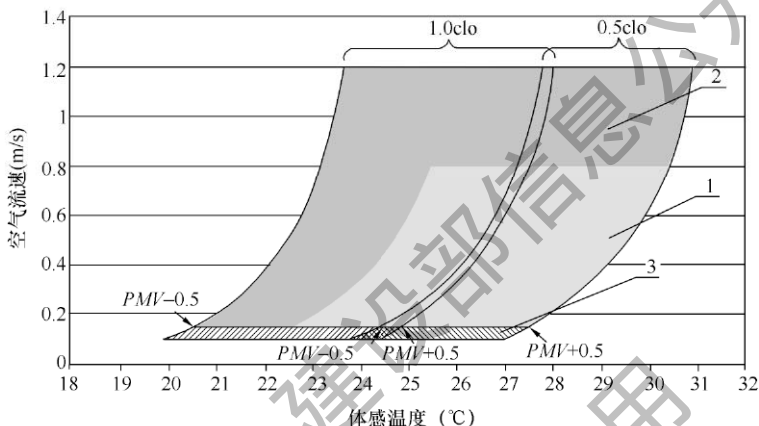


图 4.2.5-2 抵消空气温度上升需要的空气流速

1—服装热阻为 0.5clo 的 II 级区 (不具备风速控制条件); 2—服装热阻为 0.5clo 的 II 级区 (具备风速控制条件); 3—服装热阻为 0.5clo 的 I 级区 (斜线阴影区域); 浅色阴影区—不具备风速控制条件; 深色阴影区—具备风速控制条件

4.2.6 采用图示法进行人工冷热源热湿环境等级评价时, 不同服装热阻、不同空气流速对应的体感温度 (t_{op}) 应符合下式的规定:

$$t_{\min, I_{\text{cl}}} \leq t_{\text{op}} \leq t_{\max, I_{\text{cl}}} \quad (4.2.6)$$

5 非人工冷热源热湿环境评价

5.1 一般规定

5.1.1 对于采用非人工冷热源的建筑室内热湿环境，应在满足下列条件时，再进行等级判定：

- 1 建筑围护结构内表面无结露、发霉等现象；
- 2 具备合理的自然通风措施。

5.2 评价方法

5.2.1 对于非人工冷热源热湿环境，设计评价应采用计算法或图示法，工程评价宜采用计算法或图示法。当工程评价不具备采用计算法和图示法的条件时，可采用大样本问卷调查法。调查问卷应按本标准附录 A 执行，代谢率应按本标准附录 B 执行，服装热阻应按本标准附录 C 执行，体感温度的计算应按本标准附录 D 执行。

5.2.2 采用计算法评价时，应以预计适应性平均热感觉指标 ($APMV$) 作为评价依据。预计适应性平均热感觉指标 ($APMV$) 应按下式计算：

$$APMV = PMV / (1 + \lambda \cdot PMV) \quad (5.2.2)$$

式中： $APMV$ ——预计适应性平均热感觉指标；

λ ——自适应系数，按表 5.2.2 取值；

PMV ——预计平均热感觉指标，按本标准附录 E 计算。

表 5.2.2 自适应系数

建筑气候区	居住建筑、商店建筑、 旅馆建筑及办公室	教育建筑	
严寒、寒冷地区	$PMV \geq 0$	0.24	0.21
	$PMV < 0$	-0.50	-0.29

续表 5.2.2

建筑气候区		居住建筑、商店建筑、 旅馆建筑及办公室	教育建筑
夏热冬冷、夏热冬暖、 温和地区	$PMV \geq 0$	0.21	0.17
	$PMV < 0$	-0.49	-0.28

5.2.3 采用计算法评价时，非人工冷热源热湿环境评价等级的判定应符合表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3 非人工冷热源热湿环境评价等级

等级	评价指标 (APMV)
I 级	$-0.5 \leq APMV \leq 0.5$
II 级	$-1 \leq APMV < -0.5$ 或 $0.5 < APMV \leq 1$
III 级	$APMV \leq -1$ 或 $APMV > 1$

5.2.4 采用图示法评价时，非人工冷热源热湿环境应符合表 5.2.4-1 和表 5.2.4-2 的规定。室外平滑周平均温度应按下式计算：

$$t_{\text{m}} = (1 - \alpha)(t_{\text{od}-1} + \alpha t_{\text{od}-2} + \alpha^2 t_{\text{od}-3} + \alpha^3 t_{\text{od}-4} + \alpha^4 t_{\text{od}-5} + \alpha^5 t_{\text{od}-6} + \alpha^6 t_{\text{od}-7}) \quad (5.2.4)$$

式中： t_{m} ——室外平滑周平均温度 (°C)；

α ——系数，取值范围为 0~1，推荐取 0.8；

$t_{\text{od}-n}$ ——评价日前 7d 室外日平均温度 (°C)。

表 5.2.4-1 严寒及寒冷地区非人工冷热源热湿环境评价等级

等级	评价指标	限定范围
I 级	$t_{\text{op I, b}} \leq t_{\text{op}} \leq t_{\text{op I, a}}$ $t_{\text{op I, a}} = 0.77t_{\text{m}} + 12.04$ $t_{\text{op I, b}} = 0.87t_{\text{m}} + 2.76$	$18^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{op}} \leq 28^{\circ}\text{C}$
II 级	$t_{\text{op II, b}} \leq t_{\text{op}} \leq t_{\text{op II, a}}$ $t_{\text{op II, a}} = 0.73t_{\text{m}} + 15.28$ $t_{\text{op II, b}} = 0.91t_{\text{m}} - 0.48$	$18^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{op II, a}} \leq 30^{\circ}\text{C}$ $16^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{op II, b}} \leq 28^{\circ}\text{C}$ $16^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{op}} \leq 30^{\circ}\text{C}$
III 级	$t_{\text{op}} < t_{\text{op II, b}}$ 或 $t_{\text{op II, a}} < t_{\text{op}}$	$18^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{op II, a}} \leq 30^{\circ}\text{C}$ $16^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{op II, b}} \leq 28^{\circ}\text{C}$

注：本表限定的 I 级和 II 级区如图 5.2.4-1 所示。

表 5.2.4-2 夏热冬冷、夏热冬暖、温和地区非人工冷热源
热湿环境评价等级

等级	评价指标	限定范围
I 级	$t_{op I, b} \leq t_{op} \leq t_{op I, a}$ $t_{op I, a} = 0.77t_{rm} + 9.34$ $t_{op I, b} = 0.87t_{rm} - 0.31$	$18^{\circ}\text{C} \leq t_{op} \leq 28^{\circ}\text{C}$
II 级	$t_{op II, b} \leq t_{op} \leq t_{op II, a}$ $t_{op II, a} = 0.73t_{rm} + 12.72$ $t_{op II, b} = 0.91t_{rm} - 3.69$	$18^{\circ}\text{C} \leq t_{op II, a} \leq 30^{\circ}\text{C}$ $16^{\circ}\text{C} \leq t_{op II, b} \leq 28^{\circ}\text{C}$ $16^{\circ}\text{C} \leq t_{op} \leq 30^{\circ}\text{C}$
III 级	$t_{op} < t_{op II, b}$ 或 $t_{op II, a} < t_{op}$	$18^{\circ}\text{C} \leq t_{op II, a} \leq 30^{\circ}\text{C}$ $16^{\circ}\text{C} \leq t_{op II, b} \leq 28^{\circ}\text{C}$

注：本表限定的 I 级和 II 级区如图 5.2.4-2 所示。

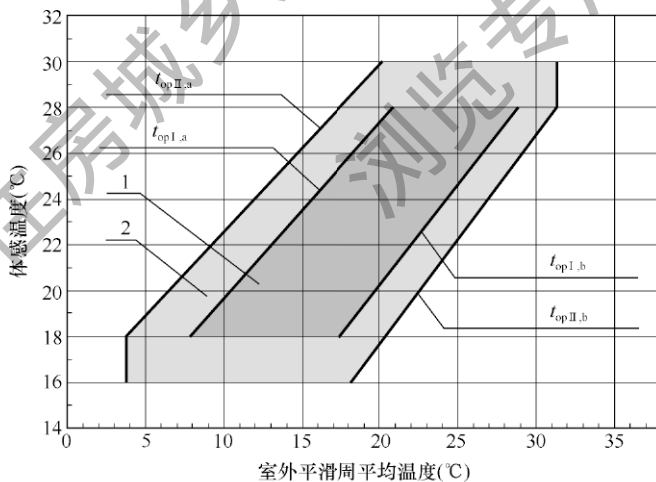


图 5.2.4-1 严寒及寒冷地区非人工冷热源热湿
环境体感温度范围

1— I 级区；2— II 级区； t_{op} —体感温度

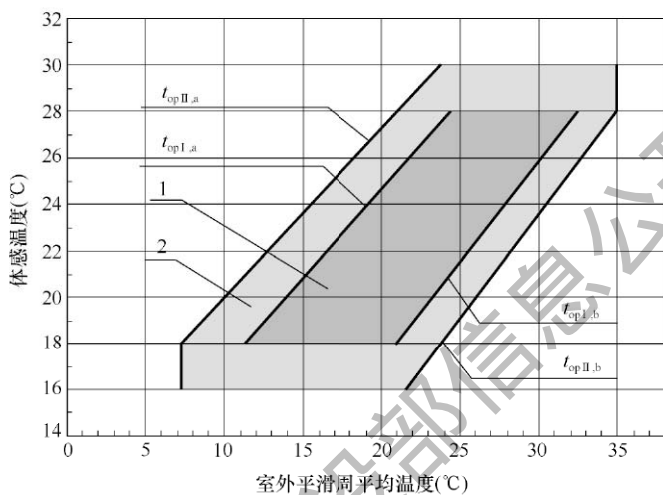


图 5.2.4-2 夏热冬冷、夏热冬暖、温和地区非人工冷热源
热湿环境体感温度范围

1—I级区；2—II级区； t_{op} —体感温度

6 基本参数测量

6.1 基本参数和仪器

6.1.1 室内热湿环境评价的基本参数和测量仪器应符合表 6.1.1 的规定，且测量仪器的响应时间不应过长，其中空气流速测量仪器的响应时间不得大于 0.5s。

表 6.1.1 室内热湿环境评价的基本参数测量仪器

测量参数	参数符号	测量仪器	测量范围	最低精度
空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	t_a	膨胀式 电阻式 热电偶式	$-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
平均辐射温度 ($^{\circ}\text{C}$)	$t_{r\text{平均}}$	球形黑球温度计 椭球形黑球温度计 双球辐射温度计 等温温度计	$-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$	$\pm 2^{\circ}\text{C}$
平面辐射温度 ($^{\circ}\text{C}$)	t_{pr}	反射-吸收盘 等温盘 净全辐射表	$-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)	t_f	接触式温度计 红外辐射计	$-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$	$\pm 1^{\circ}\text{C}$
体感温度 ($^{\circ}\text{C}$)	t_{op}	球形黑球温度计 椭球形黑球温度计	$-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$	$\pm 2^{\circ}\text{C}$
相对湿度 (%)	RH	干湿球温度计 露点式湿度计 氯化锂湿度计 电容式湿度计 金属氧化物电阻式 毛发湿度表	10%~100%	$\pm 5\%$

续表 6.1.1

测量参数	参数符号	测量仪器	测量范围	最低精度
空气流速 (m/s)	v_a	叶片风速计 风杯风速计 热线风速计 热球风速计 热敏电阻风速计 超声波风速计 激光风速计 激光多普勒测速仪	0.05~3m/s	$\pm(0.05+0.05v_a)$ m/s

6.2 测量条件

- 6.2.1** 冬季测量，不宜在晴天天气条件下进行，且室内外温差不应小于设计温差的 50%。
- 6.2.2** 夏季测量时，应在室内外温差和湿度差不小于设计温差和湿度差的 50%且晴天或者少云天气条件下进行。
- 6.2.3** 测量应符合国家现行有关测试标准的规定。

6.3 测点位置和数量

- 6.3.1** 测量位置应选择室内人员的工作区域或座位处，并应优先选择窗户附近、门进出口处、冷热源附近、风口下和内墙角处等不利的地点。
- 6.3.2** 测量位置距墙的水平距离应大于 0.5m。
- 6.3.3** 房间或区域环境的基本参数分布均匀时，空气温度、空气流速、相对湿度、平均辐射温度、平面辐射温度的测量高度，坐姿时，应距离地面 0.6m；站姿时，应距离地面 1.1m。
- 6.3.4** 房间或区域环境的基本参数分布不均匀时，空气温度、空气流速、相对湿度、平均辐射温度、平面辐射温度、体感温度的测量高度，坐姿时，应分别距离地面 0.1m、0.6m 和 1.1m；站姿时，应分别距离地面 0.1m、1.1m 和 1.7m。测量值应取不

同高度测量值的加权平均值。

6.3.5 坐姿时，计算空气垂直温度差应分别测量距离地面 0.1m 和 1.1m 处的空气温度；站姿时，应分别测量距离地面 0.1m 和 1.7m 处的空气温度。

6.3.6 地板表面温度应在安装好预期地面覆盖物的情况下测量。

6.3.7 坐姿和站姿时，吹风感应分别测量 1.1m 和 1.7m 高度处人体头部/肩区域的空气温度和空气流速值，脚踝和下腿区域没有覆盖物时，应加测 0.1m 处的空气温度和空气流速值。

6.3.8 测点的数量和位置应根据房间或区域面积确定，并应符合下列规定：

- 1 房间或区域面积小于等于 16m^2 的，应测试房间的中心；
- 2 房间或区域面积大于 16m^2 但小于等于 30m^2 的，应选择测试区域对角线上的两个等分点作为测点；
- 3 房间或区域面积大于 30m^2 但小于等于 60m^2 的，应选择测试区域对角线上的三个等分点作为测点；
- 4 房间或区域面积大于 60m^2 的，应选择测试区域两个对角线上的五个等分点作为测点。

6.4 测量时间

6.4.1 测量周期宜为 24h~48h，测量时间间隔应小于 30min，并应取测量时间段内最不利时刻的值。

6.4.2 测量前，测量仪器的读数应在待测环境中趋于稳定。


6.4.3 测量空气温度、相对湿度、平均辐射温度与平面辐射温度的时间应至少为 3min，并不得大于 15min。测量结果应取测量时间段内至少 18 个时间点的算术平均值。

6.4.4 对于供冷或供暖辐射地板表面温度，测量时间宜按空气温度的时间平均方法进行处理。

6.4.5 测量空气流速的时间应为 3min，测量结果应取测量时间段内至少 18 个时间点的算术平均值。瞬时速度的测量时间应为 2s。

附录 A 热湿环境调查问卷

表 A 热湿环境调查问卷

以下部分由被调查者填写		调查编号： 调查员：						
1. 姓名：	人员在室内的位置（请在下图中用 X 标出工作时常在位置） 							
2. 日期：								
3. 时间：								
4. 室外空气温度：								
5. 天气：晴 <input type="checkbox"/> 多云转晴 <input type="checkbox"/> 阴天 <input type="checkbox"/>								
6. 季节：冬季 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> 夏季 <input type="checkbox"/> 秋季 <input type="checkbox"/>	以下部分由调查者填写； 服装热阻 (clo) 总和： $I_{cl} =$							
7. 服装 上衣： 裤子： 其他：	代谢率 (met)： 1. 0.8met 2. 1.0met 3. 1.2met 4. 1.4met 5. 1.6met 6. 2.0met 7. 3.0met							
8. 活动 <input type="checkbox"/> 斜倚 <input type="checkbox"/> 坐姿，放松 <input type="checkbox"/> 坐姿活动（学校、办公室） <input type="checkbox"/> 立姿，放松 <input type="checkbox"/> 立姿，轻度活动（购物、实验室工作、轻体力工作） <input type="checkbox"/> 立姿，中度活动（商店售货、家务劳动、机械工作） <input type="checkbox"/> 重度活动	9. 设备（散热设备、空调设备） <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">设备名称</th> <th style="width: 40%;">型号、功率</th> <th style="width: 30%;">热量汇总</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		设备名称	型号、功率	热量汇总			
设备名称	型号、功率	热量汇总						
10. 整体热感觉 <input type="checkbox"/> 热 <input type="checkbox"/> 暖 <input type="checkbox"/> 较暖 <input type="checkbox"/> 适中 <input type="checkbox"/> 较凉 <input type="checkbox"/> 凉 <input type="checkbox"/> 冷	整体热感觉： 1. +3 2. +2 3. +1 4. 0 5. -1 6. -2 7. -3							
11. 对所处热湿环境总体评价：	面积：							
	房间/建筑形式：							
	室外相对湿度（%）：							
	空调设定温度（℃）：							
	相对湿度设定值（%）：							
		调查总人数：						

附录 B 不同活动代谢率

B.0.1 代谢率测量应符合现行国家标准《热环境人类工效学：代谢率的测定》GB/T 18048 的规定。

B.0.2 常见活动的代谢率可按表 B.0.2 取值。

表 B.0.2 常见活动的代谢率

常见活动		代 谢 率		
		W/m ²	met	kcal/(min·m ²)
斜倚		46.52	0.8	0.67
坐姿，放松		58.15	1.0	0.83
坐姿活动（办公室、居住建筑、学校、实验室）		69.78	1.2	1.00
立姿，放松		81.41	1.4	1.17
立姿，轻度活动（购物、实验室工作、轻体力工作）		93.04	1.6	1.33
立姿，中度活动（商店售货、家务劳动、机械工作）		116.30	2.0	1.66
平地步行	2km/h	110.49	1.9	1.58
	3km/h	139.56	2.4	2.00
	4km/h	162.82	2.8	2.33
	5km/h	197.71	3.4	2.83

附录 C 服装热阻值

C.1 代表性服装热阻

C.1.1 对于典型全套服装的热阻 (I_{cl}) 可按表 C.1.1-1 取值, 有代表性成年男女单件服装的热阻 (I_{cl}) 可按表 C.1.1-2 取值。

表 C.1.1-1 典型全套服装的热阻

工作服	服装热阻		日常着装	服装热阻	
	clo	$m^2 \cdot K/W$		clo	$m^2 \cdot K/W$
内裤、锅炉服、 袜、鞋	0.70	0.110	内裤、T恤、短外衣、 薄袜子、便鞋	0.30	0.050
内裤、衬衫、锅炉服、 袜、鞋	0.80	0.125	衬裤、短袖衬衫、 轻便裤子、薄短裤、鞋	0.50	0.080
内裤、衬衫、裤、 罩衫、袜、鞋	0.90	0.140	内裤、衬裙、长裤、 连衣裙、鞋	0.70	0.110
有短袖和短裤腿的 内衣、衬衫、裤、 夹克、袜、鞋	1.00	0.155	内衣、衬衫、 裤、袜、鞋	0.70	0.110
有长袖和长裤腿的 内衣、保暖夹克、 袜、鞋	1.20	0.185	衬内裤、衬衫、裤、 夹克、袜、鞋	1.00	0.155
有短袖和短裤腿的 内衣、锅炉服、保暖 夹克和裤、袜、鞋	1.40	0.220	衬内裤、长袜、 女上衣、长裙、 夹克、鞋	1.10	0.170
有短袖和短裤腿的 内衣、衬衫、裤、夹克、 填充料外用夹克和 工装裤、袜、鞋	2.00	0.310	有长袖及长裤腿的内衣、 衬衫、裤、V形领毛衣、 夹克、袜、鞋	1.30	0.200
有长袖及长腿内衣、 保暖夹克、有厚填料 风雪大衣、工装裤、 袜、鞋及手套	2.55	0.395	有短袖及短裤腿的内衣、 衬衫、裤、马甲、 夹克、外衣、袜、鞋	1.50	0.230

表 C.1.1-2 中国有代表性成年男女单件服装的热阻

服装样式		服装热阻 (clo)		服装样式		服装热阻 (clo)	
		男	女			男	女
内裤	三角裤	0.04	0.03	裙子	半身薄	—	0.09
	短布裤	0.06	0.05		半身厚	—	0.12
内衫	背心	0.03	0.03		全身	—	0.20
	汗衫	0.05	0.04	毛衣	背心	0.16	0.14
外衬衣	短袖	0.05	0.05		薄	0.20	0.18
	长袖	0.07	0.06		厚	0.30	0.25
	厚	0.10	0.10	大	0.40	0.40	
针织衣	薄	0.10	0.10	绒衣	中	0.35	0.35
	厚	0.15	0.15		小	0.30	0.30
单衫 (春装)	薄	0.15	0.12		绒裤	大	0.40
	厚	0.20	0.15	中		0.35	0.35
长裤	薄	0.12	0.09	小		0.30	0.30
	中	0.15	0.12	毛绒裤	薄	0.20	0.18
	厚	0.20	0.15		厚	0.25	0.20
帆布 工作服	大	0.25	0.25	线裤	—	0.10	0.08
	中	0.20	0.20	帆布 工作裤	大	0.25	0.25
	小	0.15	0.15		中	0.20	0.20
拖鞋	—	0.10	0.10		小	0.15	0.15

C.1.2 单件服装的热阻可按表 C.1.2 规定取值。当活动量主要为坐姿活动 (1.2met)，增减一件衣物时，体感温度修正值可按表 C.1.2 取值。

表 C.1.2 单件服装的热阻及体感温度修正值

服 装		I_{cl}		体感温度修正值
		clo	$m^2 \cdot K/W$	$^{\circ}C$
内衣类	内裤	0.03	0.005	0.2
	衬裤, 长裤	0.10	0.016	0.6
	汗衫	0.04	0.006	0.3
	T 恤	0.09	0.014	0.6
	长袖衬衫	0.12	0.019	0.8
	内裤及乳罩	0.03	0.005	0.2
衬衫类/女上衣	短袖	0.15	0.023	0.9
	轻薄长袖	0.20	0.031	1.3
	常规式长袖	0.25	0.039	1.6
	法兰绒衬衫、长袖	0.30	0.047	1.9
	轻薄女上衣、长袖	0.15	0.023	0.9
裤子	短裤	0.06	0.009	0.4
	轻薄	0.20	0.031	1.3
	常规式	0.25	0.039	1.6
	法兰绒	0.28	0.043	1.7
女装/裙	轻薄裙(夏季)	0.15	0.023	0.9
	厚裙(冬季)	0.25	0.039	1.6
	轻薄连衣裙(短袖)	0.20	0.031	1.3
	冬装、长裙	0.40	0.062	2.5
	锅炉服	0.55	0.085	3.4
毛衣	毛背心	0.12	0.019	0.8
	薄毛衣	0.20	0.031	1.3
	毛衣	0.28	0.043	1.7
	厚毛衣	0.35	0.054	2.2
夹克	轻薄、夏季夹克	0.25	0.039	1.6
	夹克	0.35	0.054	2.2
	罩衫	0.30	0.047	1.9

续表 C.1.2

服 装		I_{cl}		体感温度修正值
		clo	$m^2 \cdot K/W$	$^{\circ}C$
高隔热性能、 纤维-皮	锅炉服	0.90	0.140	5.6
	裤子	0.35	0.054	2.2
	夹克	0.40	0.062	2.5
	马甲	0.20	0.081	1.3
户外服装	外衣	0.60	0.093	3.7
	羽绒服	0.55	0.085	3.4
	风雪外衣	0.70	0.109	4.3
	纤维——皮工装裤	0.55	0.085	3.4
杂项	短袜	0.02	0.003	0.1
	厚、到踝短袜	0.05	0.008	0.3
	厚、到膝长袜	0.10	0.016	0.6
	尼龙长裤	0.03	0.005	0.2
	鞋（薄底）	0.02	0.003	0.1
	鞋（厚底）	0.04	0.006	0.3
	靴	0.10	0.016	0.6
手套	0.05	0.008	0.3	

C.1.3 人处于坐姿时，椅子的热阻可附加 0~0.4clo，并按表 C.1.3 取值。

表 C.1.3 椅子的热阻

椅子类型	热 阻	
	clo	$m^2 \cdot K/W$
金属椅子	0	0
木制凳子	0.01	0.002
标准办公椅	0.10	0.016
高级办公椅	0.15	0.023

C.2 动态服装热阻的确定

C.2.1 动态服装热阻的确定应符合下列规定：

1 对于服装热阻 (I_{cl}) 大于 0.6 且小于 1.4 或服装总热阻 (I_T) 大于 1.2 且小于 2.4 的人，修正后的服装总热阻应按下式计算：

$$I_{T,r} = I_T \cdot \exp[-0.281 \cdot (v_{ar} - 0.15) + 0.44 \cdot (v_{ar} - 0.15)^2 - 0.492 \cdot v_w + 0.176 \cdot v_w^2] \quad (C.2.1-1)$$

式中： $I_{T,r}$ ——修正后的服装总热阻 (clo)；

I_T ——服装总热阻 (clo)；

v_{ar} ——人附近的空气流速 (m/s)；

v_w ——人行走的速度 (m/s)。

2 对于裸体的人 ($I_{cl}=0\text{clo}$)，修正后的边界层空气总热阻应按下式计算：

$$I_{a,r} = I_a \cdot \exp[-0.533 \cdot (v_{ar} - 0.15) + 0.069 \cdot (v_{ar} - 0.15)^2 - 0.462 \cdot v_w + 0.201 \cdot v_w^2] \quad (C.2.1-2)$$

式中： $I_{a,r}$ ——修正后的边界层空气总热阻 (clo)；

I_a ——边界层空气总热阻 (clo)，取 0.7clo。

3 当人附近的空气流速 (v_{ar}) 不大于 3.5m/s、人身体移动速度 (v_w) 不大于 1.2m/s 时，动态服装热阻应按下式计算：

$$I_{cl,r} = I_{T,r} - \frac{I_{a,r}}{f_{cl}} \quad (C.2.1-3)$$

式中： $I_{cl,r}$ ——动态服装热阻 (clo)；

f_{cl} ——服装面积因数，等于着装时人的体表面积与裸露时人的体表面积之比。

4 当人进行除行走外其他形式活动时或静止时，人身体移动速度 (v_w) 按下式计算，且应低于 0.7m/s：

$$v_w = 0.0052 \cdot (M - 58) \quad (\text{C. 2. 1-4})$$

式中： M ——代谢率 (W/m^2)。

5 当服装热阻小于等于 0.6clo 时，修正后的服装总热阻 ($I_{T,r}$) 应按下列式计算：

$$I_{T,r} = I_T \cdot [(0.6 - I_{cl}) \cdot I_a + I_{cl} \cdot I_T] / 0.6 \quad (\text{C. 2. 1-5})$$

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

附录 D 体感温度的计算方法

D.0.1 当满足下列四个条件时，体感温度可近似等于空气温度：

- 1 室内没有辐射加热或者辐射冷却系统；
- 2 外窗或外墙的平均传热系数符合下式的规定：

$$U_w < 50 / (t_{d,i} - t_{d,e}) \quad (\text{D.0.1})$$

式中： U_w ——外窗或外墙的平均传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$];

$t_{d,i}$ ——室内设计温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

$t_{d,e}$ ——室外设计温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

- 3 窗户太阳得热系数 (SHGC) 小于 0.48；
- 4 室内没有产热设备。

D.0.2 当空气流速小于 0.2m/s 或者平均辐射温度与空气温度差小于 4°C 时，体感温度可近似等于平均辐射温度与空气温度的加权平均值，并按按下式计算：

$$t_{\text{op}} = A \cdot t_a + (1-A) \cdot t_r \quad (\text{D.0.2})$$

式中： t_{op} ——体感温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

t_a ——空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

t_r ——平均辐射温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

A ——系数，按表 D.0.2 取值。

表 D.0.2 系数 A 取值

空气流速 (m/s)	<0.2	0.2~0.6	0.6~1.0
A	0.5	0.6	0.7

附录 E PMV-PPD 的计算程序

E. 0. 1 PMV-PPD 的计算程序宜采用 BASIC 语言按表 E. 0. 1-1 的格式编写，且计算程序中使用的变量应符合表 E. 0. 1-2 的规定。

表 E. 0. 1-1 PMV-PPD 计算程序格式

10	Computer program (BASIC) for calculation of		
20	Predicted Mean Vote (PMV) and Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)		
30	in accordance with International Standard, ISO 7730		
40	CLS: PRINT "DATA ENTRY"	data entry	
50	INPUT" Clothing	(clo)"	CLO
60	INPUT" Metabolic rate	(met)"	MET
70	INPUT" External work, normally around 0	(met)"	WME
80	INPUT" Air temperature	(°C)"	TA
90	INPUT" Mean radiant temperature	(°C)"	TR
100	INPUT" Relative air velocity	(m/s)"	VEL
110	INPUT" ENTER EITHER RH OR WATER VAPOUR PRESSURE BUT NOT BOTH"		
120	INPUT" Relative humidity	(%)"	RH
130	INPUT" Water vapour pressure	(Pa)"	PA
140	DEF FNPS (T) = EXP (16. 6536-4030. 183/T+235)		
		: saturated vapour pressure, kPa	
150	IF PA = 0 THEN PA = RH * 10 * FNPS (TA)		
		: water vapour pressure, Pa	
160	ICL=. 155 * CLO	: thermal insulation of the clothing in m ² · K/W	
170	M=MET * 58. 15	: metabolic rate in W/m ²	
180	W=WME * 58. 15	: external work in W/m ²	
190	MW=M-W	: internal heat production in the human body	
200	IF ICL ≤ 0. 078 THEN FCL = 1 + 1. 29 * ICL		
	ELSE FCL = 1. 05 + 0. 645 * ICL		
		: clothing area factor	

续表 E. 0. 1-1

210	$HCF = 12.1 * SQR (VEL)$: heat transf. coeff. by forced convection
220	$TAA = TA + 273$: air temperature in Kelvin
230	$TRA = TR + 273$: mean radiant temperature in Kelvin
240	—CALCULATE SURFACE TEMPERATURE OF CLOTHING BY ITERATION—	
250	$TCLA = TAA + (35.5 - TA) / (3.5 * ICL + .1)$: first guess for surface temperature of clothing
260	$P1 = ICL * FCL$: calculation term
270	$P2 = P1 * 3.96$: calculation term
280	$P3 = P1 * 100$: calculation term
290	$P4 = P1 * TAA$: calculation term
300	$P5 = 308.7 - .028 * MW + P2 * (TRA / 100) * 4$	
310	$XN = TLCA / 100$	
320	$XF = XN$	
330	$N = 0$: N: number of iterations
340	$EPS = .00015$: stop criteria in iteration
350	$XF = (XF + XN) / 2$	
360	$HCN = 2.38 * ABS (100 * XF - TAA) * .25$: heat transf. coeff. by natural convection
370	IF $HCF > HCN$ THEN $HC = HCF$ ELSE $HC = HCN$	
380	$XN = (P5 + P4 * HC - P2 * XF^4) / (100 + P3 * HC)$	
390	$N = N + 1$	
400	IF $N > 150$ THEN GOTO 550	
410	IF $ABS (XN - XF) > EPS$ GOTO 350	
420	$TCL = 100 * XN - 273$: surface temperature of the clothing
430	—————HEAT LOSS COMPONENTS—————	
440	$HL1 = 3.05 * .001 (5733 - 6.99 * MW - PA)$: heat loss diff. through skin
450	IF $MW > 58.15$ THEN $HL2 = .42 * (MW - 58.15)$ ELSE $HL2 = 0!$	
460	$HL3 = 1.7 * .00001 * m * (5867 - PA)$: latent respiration heat loss
470	$HL4 = .0014 * m * (34 - TA)$: dry respiration heat loss
480	$HL5 = 3.96 * FCL * (XN^4 - (TRA / 100^4))$: heat loss by radiation

续表 E. 0. 1-1

```

500  -----CALCULATE PMV AND PPD-----
510  TS=.303 * EXP(-.036 * m)+.028 ; thermal sensation trans coeff
520  PMV=TS * (MW-HL1-HL2-HL3-HL4-HL5-HL6)
      ; predicted mean vote
530  PPD=100-95 * EXP(-.03353 * PMV^4-.2179 * PMV^2)
      ; predicted percentage dissat.

540  GOTO 570
550  PMV = 999999!
560  PPD = 100
570  PRINT; PRINT "OUTPUT"      ; output
580  PRINT " Predicted Mean Vote (PMV): "
      ; PRINT USING "# # . #"; PMV
590  PRINT " Predicted Percent of Dissatisfied(PPD): "
      ; PRINT USING "# # # . #"; PPD
600  PRINT; INPUT "NEXT RUN (Y/N)"; RS
610  IF (RS = "Y" OR RS = "y") THEN RUN
620  END

```

表 E. 0. 1-2 程序中所需变量

变 量	程序中的符号
服装热阻(clo)	CLO
代谢率(met)	MET
对外做功(met)	WME
空气温度(℃)	TA
平均辐射温度(℃)	TR
空气流速(m/s)	VEL
相对湿度(%)	RH
水蒸气分压力(Pa)	PA

E. 0. 2 PMV-PPD 的计算程序的输出结果可按表 E. 0. 2 进行验证。

表 E.0.2 PMV-PPD 的计算程序的输出结果验证

序号	空气温度 (°C)	平均辐射 温度(°C)	空气流速 (m/s)	相对湿度 (%)	代谢率 (met)	服装热阻 (clo)	PMV	PPD
1	22	22	0.1	60	1.2	0.5	-0.75	17
2	27	27	0.1	60	1.2	0.5	0.77	17
3	27	27	0.3	60	1.2	0.5	0.44	9
4	23.5	25.5	0.1	60	1.2	0.5	-0.01	5
5	23.5	25.5	0.3	60	1.2	0.5	-0.55	11
6	19	19	0.1	40	1.2	1	-0.6	13
7	23.5	23.5	0.1	40	1.2	1	0.37	8
8	23.5	23.5	0.3	40	1.2	1	0.12	5
9	23	21	0.1	40	1.2	1	0.05	5
10	23	21	0.3	40	1.2	1	-0.16	6
11	22	22	0.1	60	1.6	0.5	0.05	5
12	27	27	0.1	60	1.6	0.5	1.17	34
13	27	27	0.3	60	1.6	0.5	0.95	24

附录 F 局部评价指标

F.0.1 冷吹风感引起的局部不满意率 (LPD_1) 应按下式计算:

$$LPD_1 = (34 - t_{al})(\overline{v_{al}} - 0.05)^{0.62} (0.37 \cdot \overline{v_{al}} \cdot T_u + 3.14) \quad (F.0.1)$$

式中: LPD_1 ——局部不满意率 (%);

t_{al} ——局部空气温度 ($^{\circ}\text{C}$);

$\overline{v_{al}}$ ——局部平均空气流速 (m/s)。若局部平均空气流速小于 0.05m/s , 取 0.05m/s ;

T_u ——局部紊流强度 (%).

F.0.2 当头和踝部垂直高度之间的空气温度差小于 8°C 时, 局部不满意率 (LPD_2) 应按下式计算或按图 F.0.2 确定:

$$LPD_2 = \frac{100}{1 + \exp(5.76 - 0.856 \cdot \Delta t_{a,v})} \quad (F.0.2)$$

式中: LPD_2 ——局部不满意率 (%);

$\Delta t_{a,v}$ ——头和踝部之间的垂直空气温度差 ($^{\circ}\text{C}$).

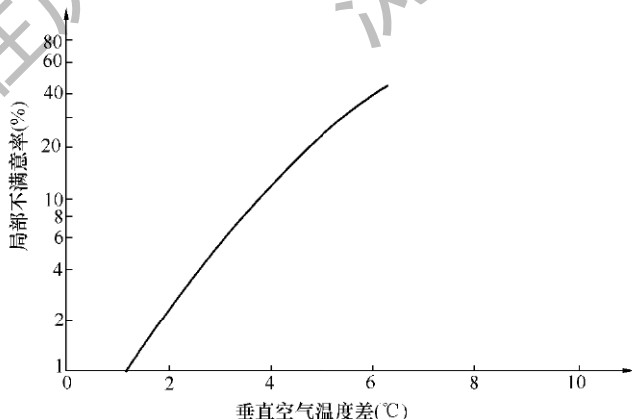


图 F.0.2 由垂直空气温度差引起的局部不满意率

F.0.3 地板表面温度引起的局部不满意率 (LPD_3) 应按下式计算或按图 F.0.3 确定:

$$LPD_3 = 100 - 94 \cdot \exp(-1.387 + 0.118 \cdot t_f - 0.0025 \cdot t_f^2) \quad (\text{F.0.3})$$

式中: LPD_3 ——局部不满意率 (%);

t_f ——地板表面平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

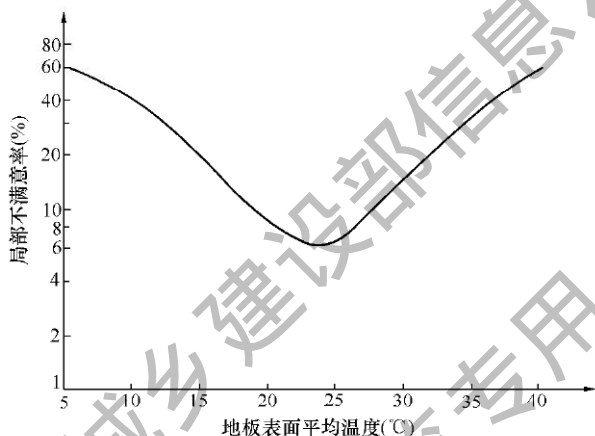


图 F.0.3 地板表面温度引起的局部不满意率

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 《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
- 2 《热环境人类工效学：代谢率的测定》GB/T 18048