ICS 13.180
A 25

中华人民共和国国家标准

GB/T 18049—2000
eqv ISO 7730:1994

中等热环境 *PMV* 和 *PPD* 指数的测定及热舒适条件的规定

Moderate thermal environments—Determination of the *PMV* and *PPD* indices and specification of the conditions for thermal comfort

2000-04-11 发布　　2000-12-01 实施

国家质量技术监督局 发布

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　　次

前言 …… Ⅲ
ISO 前言 …… Ⅳ
引言 …… Ⅳ
1　范围 …… 1
2　引用标准 …… 1
3　预计平均热感觉指数(PMV) …… 1
4　预计不满意者的百分数(PPD) …… 3
5　涡动气流强度 …… 4
6　可接受的舒适热环境 …… 4
附录 A(标准的附录)　不同活动的代谢率 …… 5
附录 B(标准的附录)　计算 PMV 与 PPD 的计算机程序 …… 5
附录 C(标准的附录)　在相对湿度为 50%时 PMV 测定用表 …… 8
附录 D(提示的附录)　推荐的热舒适要求 …… 20
附录 E(提示的附录)　对全套服装热阻的评估 …… 22
附录 F(提示的附录)　参考文献 …… 24

前　　言

本标准等效采用 ISO 7730:1994《中等热环境　*PMV* 和 *PPD* 指数的测定及热舒适条件的规定》。本标准在技术内容的表述、图表等方面作了适当的调整。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 都是标准的附录。

本标准的附录 D、附录 E、附录 F 都是提示的附录。

本标准由国家质量技术监督局提出。

本标准由全国人类工效学标准化技术委员会归口。

本标准由中国标准化与信息分类编码研究所、中国预防医学科学院劳动卫生与职业病研究所共同起草。

本标准主要起草人:滑东红、李天麟、刘伟、金书香、秦汝莉。

ISO 前言

国际标准化组织(ISO)是一个由各国的权威性标准化团体(ISO 成员团体)组成的国际联合会。国际标准的起草工作通常由 ISO 技术委员会完成。对技术委员会已经设立的项目感兴趣的每个成员团体都有权参加该委员会。同 ISO 有联系的政府的和非政府的国际组织,也可参加其工作。ISO 在所有涉及电工技术标准化方面的问题都与国际电工委员会(IEC)保持密切合作。

由技术委员会采纳的国际标准草案都要送交各成员团体表决。国际标准的发布需要 75%以上的成员团体投赞成票。

国际标准 ISO 7730 是由 ISO/TC159/SC5(人类工效学:物理环境分委会)制定的。

第 2 版取消并替代了第一版(ISO 7730:1984),成为一个技术性修订版。

附录 A、附录 B 和附录 C 是本国际标准的组成部分。

附录 D、附录 E 和附录 F 仅是信息资料。

引　　言

本标准是对人体所暴露的中等和极端热环境的测量方法及其评价作出规定的系列标准中的一项。

本标准只对中等热环境作出评价。

人对热的感觉主要是与其全身的热平衡有关。这种平衡受人的体力活动和着装以及环境参数(空气温度、平均辐射温度、空气流速和空气湿度)的影响。

当上述参数测定后,人的整体热感觉可以通过计算 PMV 指数(见 3.1)得出。

PPD 指数可提供有关热不适或者热不满意的信息,它是通过预测在一给定环境中,感觉过热或过冷的人的百分数而得到的。PPD 可从 PMV(按第 4 章所述方法)得出。

热不适可由于身体感觉到的明显的局部寒冷(或热)所致。最常见的局部冷不适是由气流所引起,它的定义是由空气流动而引起的身体局部寒冷感觉。第 5 章叙述了如何从气流的模式等级预计对气流有不适感的人数的百分比。

第 6 章说明了可接受为舒适的热环境所必备的条件。不适感是因为全身对热或冷感到不适所引起,因此舒适的限度在此种情况下可由 PMD 或 PPD 指数来表示。但是热不适感也能由于气流所致,所以舒适的限度也可由涡动气流模式的等级来表示。

推荐的舒适要求分别在附录 D 中指出。如果需要,可根据本标准所规定的原则,制定比附录 D 建议的、更宽一些的热舒适限度。

中华人民共和国国家标准

中等热环境　*PMV* 和 *PPD* 指数的测定及热舒适条件的规定

GB/T 18049—2000
eqv ISO 7730:1994

Moderate thermal environments—Determination of the *PMV* and *PPD* indices and specification of the conditions for thermal comfort

1　范围

本标准规定了预测处于中等热环境中的人对热的感觉和不舒适程度的方法，并规定了可接受的热舒适条件。

本标准适用于健康男性和女性。

本标准适用于室内工作环境的设计或对现有室内工作环境进行评价。

2　引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 934—1989　高温作业环境气象条件测定方法

GB/T 18048—2000　人类工效学　代谢产热量的测定

ISO 9920:1995　热环境工效学　全套服装热阻和湿阻的评定

3　预计平均热感觉指数(*PMV*)

3.1　测定

PMV 是一种指数，表明预计群体对于下述 7 个等级热感觉投票的平均值。

+3 热

+2 温暖

+1 较温暖

0 适中

−1 较凉

−2 凉

−3 冷

PMV 指数可通过估算人体活动的代谢率及服装的隔热值获得，同时还需有以下的环境参数：空气温度、平均辐射温度、相对空气流速及空气湿度(见 GB/T 934—1989)。

PMV 指数是根据人体热平衡计算的。当人体内部产生的热等于在环境中散失的热量时，人处于热平衡状态。

在中等热环境中，人的热调节系统通过调整皮肤温度和出汗量以维持热平衡。在 *PMV* 指数中热调

国家质量技术监督局 2000-04-11 批准　　2000-12-01 实施

需要全本请访问 www.ertongbook.com

节系统的生理反应在统计上与受试者群体的热感觉投票的统计结果有关[1)]。

PMV 可根据以下公式得出：

$$PMV=(0.303e^{-0.036M}+0.028)\{(M-W)-3.05\times10^{-3}\times[5\,733-6.99(M-W)-p_a]-0.42\times[(M-W)-58.15]-1.7\times10^{-5}M(5\,867-p_a)-0.001\,4M(34-t_a)-3.96\times10^{-8}f_{cl}\times[(t_{cl}+273)^4-(\bar{t}_r+273)^4]-f_{cl}h_c(t_{cl}-t_a)\}\quad\cdots\cdots(1)$$

式中：$t_{cl}=35.7-0.028(M-W)-I_{cl}\{3.96\times10^{-8}f_{cl}\times[(t_{cl}+273)^4-(\bar{t}_r+273)^4]+f_{cl}h_c(t_{cl}-t_a)\}$

$$h_c=\begin{cases}2.38(t_{cl}-t_a)^{0.25} & \text{当 } 2.38(t_{cl}-t_a)^{0.25}>12.1\sqrt{v_{ar}}\\ 12.1\sqrt{v_{ar}} & \text{当 } 2.38(t_{cl}-t_a)^{0.25}<12.1\sqrt{v_{ar}}\end{cases}$$

$$f_{cl}=\begin{cases}1.00+1.290I_{cl} & \text{当 } I_{cl}\leqslant0.078\ m^2\cdot℃/W\\ 1.05+0.645I_{cl} & \text{当 } I_{cl}>0.078\ m^2\cdot℃/W\end{cases}$$

式中：PMV——预计平均热感觉指数；

M——代谢率，W/m^2；[2)]

W——外部做功消耗的热量(对大多数活动可忽略不计)，W/m^2；

I_{cl}——服装热阻，$m^2\cdot℃/W$；[3)]

f_{cl}——着装时人的体表面积与裸露时人的体表面积之比；

t_a——空气温度，℃；

$\bar{t}_r$——平均辐射温度，℃；

v_{ar}——空气流速，m/s；

p_a——水蒸气分压，Pa；

h_c——对流换热系数，$W/(m^2\cdot℃)$；

t_{cl}——服装表面温度，℃。

式(1)中 PMV 可由代谢率、服装热阻、空气温度、平均辐射温度、空气流速及水蒸气分压计算得出。t_{cl}及 h_c 可由迭代法得到。

PMV 指数是从静态条件下得到的。在应用中，当一个或数个参数有微小变动时，使用参数的前 1 h 的时间加权平均数值，也能取得很好的近似结果。

建议只有当 PMV 值处于 -2 与 $+2$ 之间时，才能使用 PMV 指数。

此外，当下列 6 种主要参数在以下范围以内时，可推荐使用 PMV 指数：

$M=46.52\ W/m^2\sim232.60\ W/m^2$(0.8 met～4 met)

$I_{cl}=0\ m^2\cdot℃/W\sim0.31\ m^2\cdot℃/W$(0 clo～2 clo)

$t_a=10℃\sim30℃$

$\bar{t}_r=10℃\sim40℃$

$v_{ar}=0\ m/s\sim1\ m/s$

$p_a=0\ Pa\sim2\,700\ Pa$

注

1 当从事轻(主要是坐姿)体力活动时，平均风速在此范围内便可使人感到有吹风感(涡动气流)，为限制这种气流，其平均风速可低于图 D2(见附录 D)中所示的值。

2 在此范围内，相对湿度宜维持在 30%～70%之间。

用表 A1 可估算代谢率，用表 E1 及 E2 可估算服装的隔热值，并要考虑工作的类型及一年中接触的

1) 本标准采自 1 300 名受试者的热感觉投票的统计结果。

2) 1 met=58.15 W/m^2。

3) 1 clo=0.155 $m^2\cdot℃/W$。

时间。对于不同的代谢率建议估算前 1 h 期间的时间加权平均值。

PMV 可按下列方式之一确定：

a) 计算法，由公式(1)使用计算机计算，用 BASIC 语言设计的程序见附录 B；

b) 查表法，对于不同组合的参数、活动、服装、作业温度和相对湿度直接从附录 C 中查出 PMV 值。

注 3：作业温度 t_0 是在一个具有黑色内表面辐射的密闭环境中的平均温度，其中的作业人员通过辐射及对流交换的热量与在不均匀的实际环境中的换热量相等。通常，当风速很小(<0.2 m/s)或当平均辐射温度及空气温度之差很小(<4 C)时，可计算出作业温度并相当地接近空气及平均辐射温度的平均值。

可用式(2)得到其最精确值：

$$t_0 = A \times t_a + (1 - A)\bar{t}_r \quad \cdots\cdots(2)$$

式中 A 值是风速 v_{ar}的函数，关系见表 1。

表 1

v_{ar}，m/s	<0.2	0.2～0.6	0.6～1.0
A	0.5	0.6	0.7

附录 C 中给出的 PMV 值是当相对湿度为 50%时得到的数值。在接近舒适温度时，湿度对于热感觉的影响很小，在测定 PMV 时，可以忽略不计。

c) 直接测定法，使用积分传感器。

3.2 应用

PMV 指数可用于检验一个给定热环境是否符合第 6 章中推荐的附录 D 中所指出的舒适要求。

PMV 指数也可用于对第 6 章中推荐的附录 D 中所规定的舒适要求，建立较宽的可接受限度。

设 PMV 为 0，便可以建立一个能预测活动强度、服装特性及能给出热舒适感的环境参数的方程。

例如，图 D1 表明最适作业温度与服装及活动的函数关系。

4 预计不满意者的百分数(PPD)

PMV 指数为预计处于热环境中的群体对于热感觉投票的平均值。个体的投票是分散于这个平均值周围的，其数目便于预计有多少人感到不舒适(感觉温度过高或过低)。

PPD 指数可对于热不满意的人数给出定量的预计值。

PPD 可预计群体中感觉过暖或过凉(根据 7 级热感觉投票表示热(+3)，温暖(+2)，凉(−2)，或(−3)冷)的人的百分数。

当确定 PMV 值以后，PPD 值可从图 1 中得出，或从式(3)得出：

$$PPD = 100 - 95 \times e^{-(0.03\,353 \times PMV^4 + 0.217\,9 \times PMV^2)} \quad \cdots\cdots(3)$$

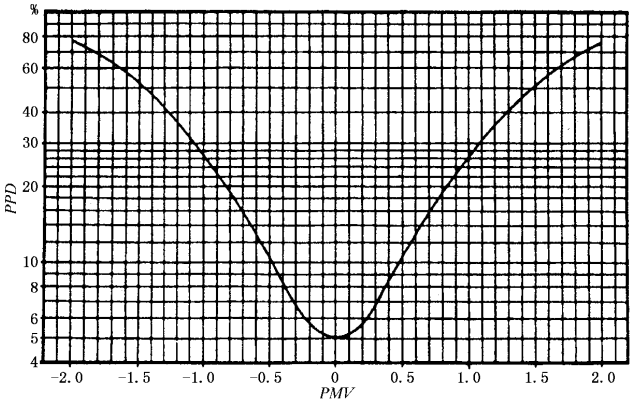


图 1 预计不满意者的百分数(PPD)与预计平均热感觉指数(PMV)的函数关系

PPD 指数可推算群体对热不满意的人数。

群体中其他的人对热感觉适中、较温暖、或较凉的预计票数分布情况见表 1。

表 2　对于不同平均值个体热感觉投票的分布情况

（根据对 1 300 名受试者实验得出）

PMV	PPD	预计投票人的百分数		
		0	−1，0 或＋1	−2，−1，0，＋1 或＋2
＋2	75	5	25	70
＋1	25	27	75	95
0	5	55	95	100
−1	25	27	75	95
−2	75	5	25	70

5　涡动气流强度

涡动气流引起的不适是由空气流动引起的身体局部不同程度的寒冷感。涡动气流强度可以用预计会受涡动气流影响的人的百分数来表示。涡动气流强度(DR)可按照以下公式计算：

$$DR = (34 - t_a)(v - 0.05)^{0.62}(0.37 \cdot v \cdot Tu + 3.14)$$

式中：DR——涡动气流强度，即，因有涡动气流而不满意人的百分数；

t_a——局部空气温度，℃；

v——局部平均空气流速，m/s；

Tu——局部湍流强度，其定义为局部空气流速的标准差与局部平均空气流速之比，%。

涡动气流强度是根据 150 名受试者的试验结果得到的，他们是处于空气温度为 20℃～26℃，平均风速为 0.05 m/s～0.4 m/s，湍流强度为 0%～70%，这种方法适用于从事轻（主要是坐姿）体力活动时，其全身热感觉接近于适中。如果某人所从事的活动量多于坐姿，而且热感觉比适中稍热，涡动气流强度将降低。

6　可接受的舒适热环境

热舒适是人体对热环境感觉满意的一种主观体验。不满意或不舒适可由于整个身体对温暖或凉感到不适，以 PMV 和 PPD 指数表示。但是温暖或凉感的不适也可能由于身体的某一特殊部分受到不必要的冷（或热）所致，例如由气流（以涡动气流强度表示）所引起的局部不适也可能是由于较高的垂直温度（头与踝之间）差所致。这是由地面太热或太冷或太高的不对称辐射热造成的。不适感也可由于代谢率太高或穿着太厚所致。

因有个体差别，所以不可能指出一种适合于每个人的热环境。总会有一定百分数的人对热环境不适。但是有一些环境可为一定百分数的人所接受。推荐的舒适要求列于附录 D 中，预计有 90%的人出现可接受的热感觉，而 85%的人不会由于气流而感到不适。

在有些情况下，要求高于上述的热环境质量（有较少的不满意者）。在另一些情况下，可低于上述的热环境质量（允许更多的不满意者）。在这两种情况下，PMV 和 PPD 指数以及涡动气流强度都可用以确定附录 D 所推荐的以外的其他环境参数。

附 录 A
（标准的附录）
不同活动的代谢率

不同活动的代谢率见表 A1。代谢率较详细的信息见 GB/T 18048—2000。

表 A1 不同活动的代谢率

活 动	代 谢 率		
	W/m^2	met	$kcal/min \cdot m^2$
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、居所、学校、实验室）	69.78	1.2	1.00
立姿，轻度活动（购物、实验室工作、轻体力作业）	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：			
2 km/h	110.49	1.9	1.58
3 km/h	139.56	2.4	2.00
4 km/h	162.82	2.8	2.33
5 km/h	197.71	3.4	2.83
注：1 kcal 相当于 1.164 5 W			

附 录 B
（标准的附录）
计算 *PMV* 与 *PPD* 的计算机程序

本标准中给出的计算 *PMV* 与 *PPD* 的程序是用 BASIC 语言编写的。BASIC 语言设计程序中所需变量见表 B1。

表 B1 BASIC 语言设计程序中所需变量

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

用 BASIC 语言设计的程序如下：

```
10      'Computer program (BASIC) for calculation of
20      'Predicted Mean Vote (PMV) and Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)
30      'in accordance with this standard
```

```
40  CLS:PRINT "DATA ENTRY"                          :'data entry
50  INPUT "Clothing                                 (clo)";CLO
60  INPUT "Metabolic rate                           (met)";WEM
70  INPUT "External work,normally around o          (met)";WME
80  INPUT "Air temperature                          (C)";TA
90  INPUT "Mean radiant temperature                 (C)";TR
100 INPUT "Relative air velocity                    (m/s)";VEL
110 PRINT "ENTER EITHER RH OR WATER VAPOUR PRESSURE BUT NOT BOTH"
111 120 INPUT "Relative humidity                    (&)";RH
130 INPUT "Water vapour pressure                    (Pa)";PA
140 DEF FNPS(T)=EXP(16.653 6-4 030.183/(T+235)):'saturted 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 m²K/W
170 M=MET*58.15                                     :'metabolic rate in W/m²
180 W=WME*58.15                                     :'external work in W/m²
190 MW=M-W                                          :'internal heat production in the human body
200 IF ICL <.078 THEN FCL=1+1.29*ICL ELSE FCL=1.05+.645*ICL
205                                                 :'clothing area factor
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*(6.45*ICL+.1)
255 '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                 :'calculation term
310 XN=TCLA/100
320 XF=XN
330 N=0                                             :'N:number of iterations
340 EPS=.000 15                                     :'stop criteria in iteration
350 XF=(XF+XN)/2
355 'heat transf. coeff. by natural convection
360 HCN=2.38*ABS(100*XF-TAA)^.25
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-------------
435     'heat loss diff. Through skin
440     HL1=3.05*.001*(5 733-6.99*MW-PA)
445          'heat loss by sweating (comfort)
450     If MW > 58.15 THEN HL2=.42*(MW-58.15)
        ELSE HL2=0!
455     'latent respiration heat loss
460     HL3=1.7*.00001*M*(5867-PA)
465     'dry respiration heat loss
470     HL4=.0014*M*(34-TA)
475     'heat loss by radiation
480     HL5=3.96*FCL*(XN 4-(TRA/100)4)
485     'heat loss by convection
490     HL6=FCL*HC*(TCL-TA)
500     '------------CALCULATE PMV AND PPD-----------
505     'thermal sensation tran coeff
510     TS=.303*EXP(-.036*M)+.028
515     'predicted mean vote
520     PMV=TS*(MW-HL1-HL2-HL3-HL4-HL5-HL6)
525     'predicted percentage dissat.
530     PPD=100-95*EXP(-.03353*PMV 4-.2179*PMV 2)
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)";R$
610     IF (R$="Y" OR R$="y") THEN RUN
620     END
```

EXAMPLE

DATA ENTRY

Clothing	(clo)? 1.0
Metabolic rate	(met)? 1.2
External work, normally around 0	(met)? 0
Air temperature	(C)? 19.0
Mean radiant temperature	(C)? 18.0
Relative air velocity	(m/s)? 0.1
ENTER EITHER RH OR WATER VAPURE PRESSURE BUT NOT BOTH	
Relative humidity	(%)? 40

需要全本请访问 www.ertongbook.com

Water vapure pressure (Pa)?

OUTPUT 输出

Predicted Mean Vote (PMV):−0.7

Predicted Percent of Dissatisfied (PPD):15.3

附 录 C
（标准的附录）
在相对湿度为 50 %时 *PMV* 测定用表

相对湿度为 50%**时** *PMV* **测定用表见表** C1、**表** C2、**表** C3、**表** C4、**表** C5、**表** C6、**表** C7、**表** C8 **和表** C9。

表 C1 **活动水平**=46.52 W/m²(0.8 met)

服 装		作业温度	相对空气流速,m/s							
clo	m² · C/W	C	<0.10	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00
0	0	27	−2.55	−2.55						
		28	−1.74	−1.76	−2.23	−2.62				
		29	−0.93	−1.02	−1.42	−1.75				
		30	−0.14	−0.28	−0.60	−0.88				
		31	0.63	0.46	0.21	0.01				
		32	1.39	1.21	1.04	0.89				
		33	2.12	1.97	1.87	1.78				
		34		2.73	2.71	2.68				
0.25	0.039	26	−1.92	−1.94	−2.29	−2.57				
		27	−1.30	−1.36	−1.67	−1.92	−2.31	−2.62		
		28	−0.69	−0.78	−1.05	−1.26	−1.60	−1.87	−2.10	−2.89
		29	−0.08	−0.20	−0.42	−0.60	−0.89	−1.12	−1.31	−1.97
		30	0.53	0.39	0.21	0.06	−0.17	−0.36	−0.51	−1.05
		31	1.12	0.99	0.84	0.73	0.55	0.41	0.29	−0.13
		32	1.71	1.58	1.49	1.41	1.28	1.18	1.09	0.80
		33	2.29	2.19	2.13	2.08	2.01	1.95	1.90	1.73
0.50	0.078	25	−1.54	−1.59	−1.84	−2.04	−2.34	−2.57		
		26	−1.04	−1.12	−1.34	−1.51	−1.78	−1.98	−2.51	
		27	−0.55	−0.64	−0.83	−0.98	−1.22	−1.40	−1.54	−2.03
		28	−0.05	−0.15	−0.32	−0.45	−0.65	−0.81	−0.93	−1.35
		29	0.45	0.34	0.20	0.09	−0.09	−0.22	−0.32	−0.67
		30	0.94	0.83	0.72	0.63	0.49	0.38	0.29	0.01
		31	1.44	1.33	1.24	1.17	1.06	0.98	0.91	0.69
		32	1.92	1.83	1.76	1.71	1.64	1.58	1.54	1.38
0.75	0.116	24	1.26	−1.31	−1.51	−1.65	−1.87	−2.03	−2.17	
		25	−0.84	−0.91	−1.08	−1.21	−1.41	−1.56	−1.67	−2.05
		26	−0.42	−0.51	−0.66	−0.77	−0.95	−1.08	−1.18	−1.52
		27	−0.01	−0.10	−0.23	−0.33	−0.49	−0.60	−0.69	−0.98
		28	0.41	0.32	0.20	0.11	−0.02	−0.12	−0.19	−0.45
		29	0.83	0.73	0.63	0.56	0.45	0.37	0.30	0.09

表 C1(完)

服装		作业温度	相对空气流速,m/s							
clo	$m^2 \cdot C/W$	C	<0.10	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00
0.75	0.116	30	1.25	1.15	1.07	1.01	0.93	0.86	0.81	0.63
		31	1.66	1.57	1.51	1.47	1.40	1.35	1.31	1.18
1.00	0.155	23	−1.06	−1.12	−1.28	−1.39	−1.56	−1.68	−1.78	−2.08
		24	−0.71	−0.77	−0.91	−1.02	−1.17	−1.28	−1.37	−1.65
		25	−0.35	−0.42	−0.54	−0.64	−0.78	−0.88	−0.96	−1.21
		26	0.01	−0.06	−0.17	−0.26	−0.38	−0.47	−0.55	−0.76
		27	0.37	0.29	0.20	0.12	0.01	−0.06	−0.13	−0.32
		28	0.74	0.66	0.57	0.51	0.41	0.35	0.30	0.13
		29	1.10	1.02	0.95	0.90	0.82	0.76	0.72	0.58
		30	1.46	1.39	1.33	1.29	1.22	1.18	1.14	1.03
1.50	0.233	18	−1.67	−1.70	−1.84	−1.93	−2.07	−2.17	−2.25	−2.49
		20	−1.11	−1.16	−1.27	−1.36	−1.48	−1.57	−1.63	−1.84
		22	−0.55	−0.60	−0.70	−0.77	−0.88	−0.95	−1.01	−1.18
		24	0.02	−0.04	−0.12	−0.18	−0.27	−0.33	−0.38	−0.52
		26	0.60	0.53	0.46	0.42	0.35	0.30	0.26	0.15
		28	1.17	1.11	1.06	1.02	0.97	0.94	0.91	0.82
		30	1.76	1.70	1.67	1.64	1.61	1.58	1.57	1.51
		32	2.34	2.30	2.28	2.27	2.26	2.24	2.23	2.20
2.20	0.310	14	−1.84	−1.87	−1.98	−2.06	−2.18	−2.26	−2.32	−2.49
		16	−1.39	−1.43	−1.52	−1.59	−1.69	−1.77	−1.82	−1.98
		18	−0.93	−0.97	−1.06	−1.12	−1.21	−1.27	−1.32	−1.46
		20	−0.46	−0.52	−0.59	−0.64	−0.72	−0.77	−0.82	−0.94
		22	0.01	−0.05	−0.11	−0.15	−0.22	−0.27	−0.30	−0.41
		24	0.48	0.43	0.38	0.34	0.28	0.24	0.22	0.13
		26	0.97	0.91	0.87	0.84	0.80	0.76	0.74	0.67
		28	1.45	1.40	1.37	1.35	1.32	1.29	1.27	1.23

表 C2　活动水平=58.15 W/m^2(1 met)

服装		作业温度	相对空气流速,m/s							
clo	$m^2 \cdot C/W$	C	<0.10	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00
0	0	26	−1.62	−1.62	−1.96	−2.34				
		27	−1.00	−1.00	−1.36	−1.69				
		28	−0.39	−0.42	−0.76	−1.05				
		29	0.21	−0.13	−0.15	−0.39				
		30	0.80	0.68	0.45	0.26				
		31	1.39	1.25	1.08	0.94				
		32	1.96	1.83	1.71	1.61				
		33	2.50	2.41	2.34	2.29				
0.25	0.039	24	−1.52	−1.52	−1.80	−2.06	−2.47			
		25	−1.05	−1.05	−1.33	−1.57	−1.94	−2.24	−2.48	
		26	−0.58	−0.61	−0.87	−1.08	−1.41	−1.67	−1.89	−2.66

表 C2(续)

服装		作业温度	相对空气流速,m/s							
clo	$m^2 \cdot ℃/W$	℃	<0.10	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00
0.25	0.039	27	−0.12	−0.17	−0.40	−0.58	−0.87	−1.10	−1.29	−1.97
		28	0.34	0.27	0.07	−0.09	−0.34	−0.53	−0.70	−1.28
		29	0.80	0.71	0.54	0.41	0.20	0.04	−0.10	−0.58
		30	1.25	1.15	1.02	0.91	0.74	0.61	0.50	0.11
		31	1.71	1.61	1.51	1.43	1.30	1.20	1.12	0.83
0.50	0.078	23	−1.10	−1.10	−1.33	−1.51	−1.78	−1.99	−2.16	
		24	−0.72	−0.74	−0.95	−1.11	−1.36	−1.55	−1.70	−2.22
		25	−0.34	−0.38	−0.56	−0.71	−0.94	−1.11	−1.25	−1.71
		26	0.04	−0.01	−0.18	−0.31	−0.51	−0.66	−0.79	−1.19
		27	0.42	0.35	0.20	0.09	−0.08	−0.22	−0.33	−0.68
		28	0.80	0.72	0.59	0.49	0.34	0.23	0.14	−0.17
		29	1.17	1.08	0.98	0.90	0.77	0.68	0.60	0.34
		30	1.54	1.45	1.37	1.30	1.20	1.13	1.06	0.86
0.75	0.116	21	−1.11	−1.11	−1.30	−1.44	−1.66	−1.82	−1.95	−2.36
		22	−0.79	−0.81	−0.98	−1.11	−1.31	−1.46	−1.58	−1.95
		23	−0.47	−0.50	−0.66	−0.78	−0.96	−1.09	−1.20	−1.55
		24	−0.15	−0.19	−0.33	−0.44	−0.61	−0.73	−0.83	−1.14
		25	0.17	0.12	−0.01	−0.11	−0.26	−0.37	−0.46	−0.74
		26	0.49	0.43	0.31	0.23	0.09	0.00	−0.08	−0.33
		27	0.81	0.74	0.64	0.56	0.45	0.36	0.29	0.08
		28	1.12	1.05	0.96	0.90	0.80	0.73	0.67	0.48
1.00	0.155	20	−0.85	−0.87	−1.02	−1.13	−1.29	−1.41	−1.51	−1.81
		21	−0.57	−0.60	−0.74	−0.84	−0.99	−1.11	−1.19	−1.47
		22	−0.30	−0.33	−0.46	−0.55	−0.69	−0.80	−0.88	−1.13
		23	−0.02	−0.07	−0.18	0.27	−0.39	−0.49	−0.56	−0.79
		24	0.26	0.20	0.10	0.02	−0.09	−0.18	−0.25	−0.46
		25	0.53	0.48	0.38	0.31	0.21	0.13	0.07	−0.12
		26	0.81	0.75	0.66	0.60	0.51	0.44	0.39	0.22
		27	1.08	1.02	0.95	0.89	0.81	0.75	0.71	0.56
1.50	0.233	14	−1.36	−1.36	−1.49	−1.58	−1.72	−1.82	−1.89	−2.12
		16	−0.94	−0.95	−1.07	−1.15	−1.27	−1.36	−1.43	−1.63
		18	−0.52	−0.54	−0.64	−0.72	−0.82	−0.90	−0.96	−1.14
		20	−0.09	−0.13	−0.22	−0.28	−0.37	−0.44	−0.49	−0.65
		22	0.35	0.30	0.23	0.18	0.10	0.04	0.00	−0.14
		24	0.79	0.74	0.68	0.63	0.57	0.52	0.49	0.37
		26	1.23	1.18	1.13	1.09	1.04	1.01	0.98	0.89
		28	1.67	1.62	1.58	1.56	1.52	1.49	1.47	1.40
2.00	0.310	10	−1.38	−1.39	−1.49	−1.56	−1.67	−1.74	−1.80	−1.96
		12	−1.03	−1.05	−1.14	−1.21	−1.30	−1.37	−1.42	−1.57
		14	−0.68	−0.70	−0.79	−0.85	−0.93	−0.99	−1.04	−1.17

表 C2(完)

服装		作业温度	相对空气流速,m/s							
clo	$m^2 \cdot C/W$	C	<0.10	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00
2.00	0.310	16	−0.32	−0.35	−0.43	−0.48	−0.56	−0.61	−0.65	−0.77
		18	0.03	−0.00	−0.07	−0.11	−0.18	−0.23	−0.26	−0.37
		20	0.04	0.36	0.30	0.26	0.20	0.61	0.13	0.04
		22	0.76	0.72	0.67	0.64	0.59	0.55	0.53	0.45
		24	1.13	1.09	1.05	1.02	0.98	0.95	0.93	0.87

表 C3 活动水平=69.78 W/m^2(1.2 met)

服装		作业温度	相对空气流速,m/s							
clo	$m^2 \cdot C/W$	C	<0.10	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00
0	0	25	−1.33	−1.33	−1.59	−1.92				
		26	−0.83	−0.83	−1.11	−1.40				
		27	−0.33	−0.33	−0.63	−0.88				
		28	0.15	0.12	−0.14	−0.36				
		29	0.63	0.56	0.35	0.17				
		30	1.10	1.01	0.84	0.69				
		31	1.57	1.47	1.34	1.24				
		32	2.03	1.93	1.85	1.78				
0.25	0.039	23	−1.18	−1.18	−1.39	−1.61	−1.97	−2.25		
		24	−0.79	−0.79	−1.02	−1.22	−1.54	−1.80	−2.01	
		25	−0.42	−0.42	−0.64	−0.83	−1.11	−1.34	−1.54	−2.21
		26	−0.04	−0.07	−0.27	−0.43	−0.68	−0.89	−1.06	−1.65
		27	0.33	0.29	0.11	−0.03	−0.25	−0.43	−0.58	−1.09
		28	0.71	0.64	0.49	0.37	0.18	0.03	−0.10	−0.54
		29	1.07	0.99	0.87	0.77	0.61	0.49	0.39	0.03
		30	1.43	1.35	1.25	1.17	1.05	0.95	0.87	0.58
0.50	0.078	18	−2.01	−2.01	−2.17	−2.38	−2.70			
		20	−1.41	−1.41	−1.58	−1.76	−2.04	−2.25	−2.42	
		22	−0.79	−0.79	−0.97	−1.13	−1.36	−1.54	−1.69	−2.17
		24	−0.17	−0.20	−0.36	−0.48	−0.68	−0.83	−0.95	−1.35
		26	0.44	0.39	0.26	0.16	−0.01	−0.11	−0.21	−0.52
		28	1.05	0.98	0.88	0.81	0.70	0.61	0.54	−0.31
		30	1.64	1.57	1.51	1.46	1.39	1.33	1.29	1.14
		32	2.25	2.20	2.17	2.15	2.11	2.09	2.07	1.99
0.75	0.116	16	−1.77	−1.77	−1.91	−2.07	−2.31	−2.49		
		18	−1.27	−1.27	−1.42	−1.56	−1.77	−1.93	−2.05	−2.45
		20	−0.77	−0.77	−0.92	−1.04	−1.23	−1.36	−1.47	−1.82
		22	−0.25	−0.27	−0.40	−0.51	−0.66	−0.78	−0.87	−1.17
		24	0.27	0.23	0.12	0.03	−0.10	−0.19	−0.27	−0.51
		26	0.78	0.73	0.64	0.57	0.47	0.40	0.34	0.14
		28	1.29	1.23	1.17	1.12	1.04	0.99	0.94	0.80
		30	1.80	1.74	1.70	1.67	1.62	1.58	1.55	1.46

表 C3(完)

服装		作业温度	相对空气流速,m/s							
clo	$m^2 \cdot C/W$	C	<0.10	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00
1.00	0.155	16	−1.18	−1.18	−1.31	−1.43	−1.59	−1.72	−1.82	−2.12
		18	−0.75	−0.75	−0.88	−0.98	−1.13	−1.24	−1.33	−1.59
		20	−0.32	−0.33	−0.45	−0.54	−0.67	−0.76	−0.83	−1.07
		22	0.13	0.10	0.00	−0.07	−0.18	−0.26	−0.32	−0.52
		24	0.58	0.54	0.46	0.40	0.31	0.24	0.19	0.02
		26	1.03	0.98	0.91	0.86	0.79	0.74	0.70	0.58
		28	1.47	1.42	1.37	1.34	1.28	1.24	1.21	1.12
		30	1.91	1.86	1.83	1.81	1.78	1.75	1.73	1.67
1.50	0.233	12	−1.09	−1.09	−1.19	−1.27	−1.39	−1.48	−1.55	−1.75
		14	−0.75	−0.75	−0.85	−0.93	−1.03	−1.11	−1.17	−1.35
		16	−0.41	−0.42	−0.51	−0.58	−0.67	−0.74	−0.79	−0.96
		18	−0.06	−0.09	−0.17	−0.22	−0.31	−0.37	−0.42	−0.56
		20	0.28	0.25	0.81	0.13	0.05	0.00	−0.04	−0.16
		22	0.63	0.60	0.54	0.50	0.44	0.39	0.36	0.25
		24	0.99	0.95	0.91	0.87	0.82	0.78	0.76	0.67
		26	1.35	1.31	1.27	1.24	1.20	1.18	1.15	1.08
2.00	0.310	10	−0.77	−0.78	−0.86	−0.92	−1.01	−1.06	−1.11	−1.24
		12	−0.49	−0.51	−0.58	−0.63	−0.71	−0.76	−0.80	−0.92
		14	−0.21	−0.23	−0.29	−0.34	−0.41	−0.46	−0.49	−0.60
		16	0.08	0.06	−0.00	−0.04	−0.10	−0.15	−0.18	−0.27
		18	0.37	0.34	0.29	0.26	0.20	0.17	0.14	0.05
		20	0.67	0.63	0.59	0.56	0.52	0.48	0.46	0.39
		22	0.97	0.93	0.89	0.87	0.83	0.80	0.78	0.72
		24	1.27	1.23	1.20	1.18	1.15	1.13	1.11	1.06

表 C4　活动水平=81.41 W/m^2(1.4 met)

服装		作业温度	相对空气流速,m/s							
clo	$m^2 \cdot C/W$	C	<0.10	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00
0	0	24	−1.14	−1.14	−1.35	−1.65				
		25	−0.72	−0.72	−0.95	−1.21				
		26	−0.30	−0.30	−0.54	−0.78				
		27	0.11	0.11	−0.14	−0.34				
		28	0.52	0.48	0.27	0.10				
		29	0.92	0.85	0.69	0.54				
		30	1.31	1.23	1.10	0.99				
		31	1.71	1.62	1.52	1.45				
0.25	0.039	22	−0.95	−0.95	−1.12	−1.33	−1.64	−1.90	−2.11	
		23	−0.63	−0.63	−0.81	−0.99	−1.28	−1.51	−1.71	−2.38
		24	−0.31	−0.31	−0.50	−0.66	−0.92	−1.13	−1.31	−1.91
		25	−0.01	0.00	−0.18	−0.33	−0.56	−0.75	−0.90	−1.45
		26	0.33	0.30	0.14	0.01	−0.20	−0.36	−0.50	−0.98
		27	0.64	0.59	0.45	0.34	0.16	0.02	−0.10	−0.51

表 C4(完)

服装		作业温度	相对空气流速,m/s							
clo	$m^2 \cdot ℃/W$	℃	<0.10	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00
0.25	0.039	28	0.95	0.89	0.77	0.68	0.53	0.41	0.31	−0.04
		29	1.26	1.19	1.09	1.02	0.89	0.80	0.72	0.43
0.50	0.078	18	−1.36	−1.36	−1.49	−1.66	−1.93	−2.12	−2.29	
		20	−0.85	−0.85	−1.00	−1.14	−1.37	−1.54	−1.68	−2.15
		22	−0.33	−0.33	−0.48	−0.61	−0.80	−0.95	−1.06	−1.46
		24	0.19	0.17	0.04	−0.07	−0.22	−0.34	−0.44	−0.76
		26	0.71	0.66	0.56	0.48	0.35	0.26	0.18	−0.07
		28	1.22	1.16	1.09	1.03	0.94	0.87	0.81	0.63
		30	1.72	1.66	1.62	1.58	1.52	1.48	1.44	1.33
		32	2.23	2.19	2.17	2.16	2.13	2.11	2.10	2.05
0.75	0.116	16	−1.17	−1.17	−1.29	−1.42	−1.62	−1.77	−1.88	−2.26
		18	−0.75	−0.75	−0.87	−0.99	−1.16	−1.29	−1.39	−1.72
		20	−0.33	−0.33	−0.45	−0.55	−0.70	−0.82	−0.91	−1.19
		22	0.11	0.09	−0.02	−0.10	−0.23	−0.32	−0.40	−0.64
		24	0.55	0.51	0.42	0.35	0.25	0.17	0.11	−0.09
		26	0.98	0.94	0.87	0.81	0.73	0.67	0.62	0.47
		28	1.41	1.36	1.31	1.27	1.21	1.17	1.13	1.02
		30	1.84	1.79	1.76	1.73	1.70	1.67	1.65	1.58
1.00	0.155	14	−1.05	−1.05	−1.16	−1.26	−1.42	−1.53	−1.62	−1.91
		16	−0.69	−0.69	−0.80	−0.89	−1.03	−1.13	−1.21	−1.46
		18	−0.32	−0.32	−0.43	−0.52	−0.64	−0.73	−0.80	−1.02
		20	0.04	0.03	−0.07	−0.14	−0.25	−0.32	−0.38	−0.58
		22	0.42	0.39	0.31	0.25	0.16	0.10	0.05	−0.12
		24	0.80	0.76	0.70	0.65	0.57	0.52	0.48	0.35
		26	1.18	1.13	1.08	1.04	0.99	0.95	0.91	0.81
		28	1.55	1.51	1.47	1.44	1.40	1.37	1.35	1.27
1.50	0.233	10	−0.91	−0.91	−1.00	−1.08	−1.18	−1.26	−1.32	−1.51
		12	−0.63	−0.63	−0.71	−0.78	−0.88	−0.95	−1.01	−1.17
		14	−0.34	−0.34	−0.34	−0.49	−0.58	−0.64	−0.69	−0.84
		16	−0.05	−0.06	−0.14	−0.19	−0.27	−0.33	−0.37	−0.50
		18	0.24	0.22	0.15	0.11	0.04	−0.01	−0.05	−0.17
		20	0.53	0.50	0.45	0.40	0.34	0.30	0.27	0.17
		22	0.83	0.80	0.75	0.72	0.67	0.63	0.60	0.52
		24	1.13	1.10	1.06	1.03	0.99	0.96	0.94	0.87
2.00	0.310	10	−0.37	−0.38	−0.44	−0.49	−0.56	−0.61	−0.65	−0.76
		12	−0.13	−0.14	−0.20	−0.25	−0.31	−0.35	−0.39	−0.49
		14	0.11	0.09	0.04	0.00	−0.05	−0.09	−0.12	−0.21
		16	0.36	0.34	0.29	0.25	0.20	0.17	0.14	0.06
		18	0.60	0.58	0.54	0.51	0.46	0.43	0.41	0.34
		20	0.85	0.83	0.79	0.77	0.73	0.70	0.68	0.62
		22	1.11	1.08	1.05	1.03	0.99	0.97	0.95	0.91
		24	1.36	1.34	1.31	1.29	1.27	1.25	1.23	1.19

需要全本请访问 www.ertongbook.com