

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX—XXXX/ISO 23537:2022

睡袋的要求 第1部分：设计用于使用温度 高于-20 °C睡袋的热性能、质量和尺寸要 求

Requirements for sleeping bags —Part 1: Thermal performance, mass and dimensional for sleeping bags designed for limit temperatures of - 20 °C and higher

(ISO 23537-1:2022, IDT)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202×-××-××发布

202×-××-××实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前 言	III
引 言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 要求	2
4.1 下限温度的热性能	2
4.2 透湿指数	3
4.3 内胆尺寸	3
4.3.1 内胆长度	3
4.3.2 内胆最大宽度	3
4.3.3 内胆脚部宽度	3
4.4 总质量	3
5 试验方法	3
5.1 热性能测试	3
5.1.1 原理	3
5.1.2 暖体假人	4
5.1.3 人工气候室	4
5.1.4 人工地面	4
5.1.5 测试样品与预处理	4
5.1.6 姿势 1 下的热阻 $R_{c(1)}$	4
5.1.7 测试步骤	4
5.1.8 使用温度的计算	5
5.2 透湿指数	5
5.3 内胆尺寸	5
5.3.1 内胆长度	5
5.3.2 内胆最大宽度	5
5.3.3 内胆脚部宽度	5
5.4 总质量	5
6 试验报告	5
7 标签	6
7.1 使用温度范围图	6
7.2 标识	6
7.3 消费提示信息	6
附 录 A (规范性) 暖体假人校准时的热阻参考值	8
附录 B (资料性) 测量结果的精度	9
附录 C (规范性) 计算使用温度的生理模型	10
附录 D (资料性) 温度等级误用的警示	14

附录 E（资料性）基本原理.....15
附录 F（资料性）舒适高温试验方法.....17

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是GB/T XXXX《睡袋的要求》的第1部分。GB/T XXXX已经发布了以下部分：

——第1部分：设计用于使用温度高于-20℃睡袋的热性能、质量和尺寸要求

——第2部分：原材料性能

本文件等同采用ISO 23537-1:2022《睡袋的要求 第1部分：设计用于使用温度高于-20℃睡袋的热性能、质量和尺寸要求》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——删除了标准参考睡袋的商业来源信息；

——删除了面罩的商业来源信息；

——增加了天平的精度单位；

——删除了暖体假人“Charlie 3”的商业来源信息；

——增加了公式C.1符号说明中的量纲单位；

——增加了公式C.9的符号说明；

——增加了“呼吸散热量”的章条编号，其后章条编号依次顺延；

——增加了“人体热量变化”的公式编号，其后公式编号依次顺延；

——修改了文本中的编辑性错误和标引序号错误；

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国轻工业联合会提并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

引 言

随着社会的进步和人们生活水平的提高，人们的户外休闲活动时间逐渐增长，睡袋作为露营活动的必备品，市场需求量越来越大。由于睡袋需要在户外特殊环境中使用，对其产品性能和原材料性能具有较高的要求。GB/T XXXX旨在为睡袋产品及其原材料的质量控制提供依据，拟由两部分构成。

——第1部分：设计用于使用温度高于-20℃睡袋的热性能、质量和尺寸要求。目的在于对睡袋的热阻和使用温度提供试验方法，并产品质量和尺寸提出明确要求。

——第2部分：原材料性能。目的在于对睡袋用原材料提出性能要求和试验方法。

本标准的制定可为睡袋产品的质量控制在睡袋产品使用温度的确定提供依据，促进产品质量提升，确保消费者人身安全，同时也是响应国家全民健身号召，提高配套服务水平的举措，对促进行业的健康发展，满足市场的需求具有十分重要的意义。

睡袋的要求 第1部分：设计用于使用温度高于-20 °C睡袋的热性能、质量和尺寸要求

1 范围

本文件规定了用于运动和休闲活动且使用温度 $\geq -20^{\circ}\text{C}$ 的成人睡袋的热性能、尺寸和质量要求。

本文件描述了用于评价稳态条件下睡袋保暖性能的试验方法。

注1:没有均匀填充物的睡袋中某些局部的隔热效果,会对校准和/或测试程序造成干扰。在研工作将持续提供建立确定使用温度的可靠手段。

本文件不适用于军队和极端区域探险等特殊用途的睡袋,亦不适用于儿童或婴幼儿睡袋。

注2:不存在基于儿童和婴幼儿用睡袋的热阻效果来确定极限温度的预测模型。另外,出于伦理方面的原因,在气温调控室中对儿童或婴儿进行必要的控制性睡眠试验是不可行的,故无法建立测试模型。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 139 纺织品 调湿和试验用标准大气 (Textiles — Standard atmospheres for conditioning and testing)

ISO 1096 胶合板 分类 (Plywood — Classification)

ISO 3758 纺织品 维护标签规范符号法 (Textiles — Care labelling code using symbols)

ISO 11092 纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定 (蒸发热板法) [Textiles — Physiological effects — Measurement of thermal and water — Vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded — hotplate test)]

ISO 15831: 2004 服装 生理舒适性 用暖体假人进行隔热效果的测定 (Clothing — Physiological effects — Measurement of thermal insulation by means of a thermal manikin)

EN 13088: 2018 填充羽毛羽绒的制成品 填充品总质量和填充物质量的测定方法 (Manufactured articles filled with feather and down — Method for the determination of a filled product's total mass and for the determination of the mass of the filling)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

ISO和IEC维护的用于标准化的术语数据库地址如下:

——ISO在线浏览平台: <https://www.iso.org/obp>;

——IEC电子百科平台: <http://www.electropedia.org/>。

3.1

舒适低温 comfort temperature

T_{comf}

使用睡袋时,人体在保持放松的姿势下(如平躺仰卧)全身处于热平衡,感觉适宜的温度下限值。

注1: 更多信息详见C.6.3。

3.2

极限低温 limit temperature

T_{lim}

使用睡袋时, 人体在保持蜷缩的姿势下全身处于热平衡, 感觉适宜的温度下限值。

注1: 更多信息详见C.6.2。

3.3

极端低温 extreme temperature

T_{ext}

使用睡袋时, 人体因体温过低而产生健康危险的温度下限值。

注1: 更多信息详见C.6.1。

注2: 此为可能导致死亡的危险点。

3.4

舒适高温 maximum temperature

T_{max}

使用睡袋时, 部分身体未被睡袋覆盖, 人体出汗较少且感觉适宜的温度上限值。

注1: 更多信息详见附录F。

3.5

暖体假人 thermal manikin

用于测量在稳态条件下通过睡袋的热传递, 模拟人体体型和产热的人体模型。

注1: 即在体表和环境空气之间的热量流动和温度变化。

3.6

热阻 thermal resistance

R_c

受体表与环境之间的温差影响导致睡袋使用者的干态散热, 通过暖体假人进行测量。

注1: 睡袋使用者干热损失是热传导、对流和辐射的综合结果。

注2: 热阻代表睡袋的绝缘性能, 受来自外层面料、填充物、睡袋内的空气层体积、睡袋外表面的边界空气层、睡袋下面的垫子和睡袋使用者穿着的服装等方面的影响, 被认为是总隔热层的指标(见ISO 15831)。

4 要求

4.1 下限温度的热性能

基于姿势1下的热阻 $R_{c(1)}$ 测量, 应使用表1中给出的睡袋极端低温(T_{ext})、极限低温(T_{lim})和舒适低温(T_{comf})。若姿势1下测量得到的 $R_{c(1)}$ 在表1所示值之间, 应基于 $R_{c(1)}$ 最近的上限值和下限值进行线性迭代。

按5.1.6进行测试。

表1 使用温度的下限温度

姿势1下的 $R_{c(1)}$ $m^2 \cdot K/W$	极端低温 T_{ext} °C	极限低温 T_{lim} °C	舒适低温 T_{comf} °C
0.500	+5.0	+14.2	+17.2
0.540	+2.8	+12.7	+15.9
0.580	+0.6	+11.2	+14.6
0.620	-1.5	+9.7	+13.3
0.660	-3.7	+8.1	+12.0

0.700	-5.8	+6.6	+10.7
0.740	-7.9	+5.1	+9.4
0.780	-10.1	+3.6	+8.1
0.820	-12.2	+2.2	+6.9
0.860	-14.3	+0.7	+5.6
0.900	-16.3	-0.8	+4.3
0.940	-18.4	-2.3	+3.1
0.980	-20.5	-3.7	+1.8
1.020	-22.5	-5.2	+0.6
1.060	-24.5	-6.7	-0.7
1.100	-26.5	-8.1	-1.9
1.140	-28.5	-9.5	-3.1
1.180	-30.5	-11.0	-4.4
1.220	-32.5	-12.4	-5.6
1.260	-34.4	-13.8	-6.8
1.300	-36.4	-15.2	-8.0
1.340	-38.3	-16.7	-9.2
1.380	-40.2	-18.1	-10.4
1.420	-42.2	-19.5	-11.6

4.2 透湿指数

睡袋材料的透湿指数 (i_{mt}) 应 ≥ 0.45 。

注：透湿指数值介于0和1之间。透湿指数为0，意味着材料完全不透湿，即具有极大的湿阻性；透湿指数为1，意味着材料与同样厚度的空气层具有相同的热阻和湿阻。

按5.2进行测试。

4.3 内胆尺寸

4.3.1 内胆长度

睡袋内胆长度的允许偏差应为 ± 3 cm。

按5.3.1进行测试。

4.3.2 内胆最大宽度

睡袋内胆最大宽度的允许偏差应为 ± 2 cm。

按5.3.2进行测试。

4.3.3 内胆脚部宽度

睡袋内胆脚部宽度的允许偏差应为 ± 2 cm。

按5.3.3进行测试。

4.4 总质量

睡袋总质量的允许偏差应为 $\pm 5\%$ 。

按5.4进行测试。

5 试验方法

5.1 热性能测试

5.1.1 原理

睡袋的热阻通过暖体假人法进行，暖体假人及其测试程序符合ISO 15831的规定。将暖体假人放入到睡袋中并置于可控的人工气候室内进行试验。

利用生理模型基于测定的热阻值计算睡袋的使用温度范围。

本文件的暖体假人测试适用于木乃伊式睡袋，睡袋与假人模型相适应且不紧绷。使用温度结果按被测睡袋进行适当的比例放大或缩小后能应用到使用相同材料和绝缘结构的其他尺寸的木乃伊式睡袋。

5.1.2 暖体假人

5.1.2.1 通用要求

应使用符合ISO15831规定的暖体假人，假人身高为 (1.7 ± 0.15) m。

测试过程中，暖体假人应穿着以下服装：

——两件式套装（长袖上装和长裤），其中面料的热阻 R_{cl} 按ISO 11092进行测试，在 $0.040\text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \sim 0.060\text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 之间；

——及膝的长袜，其中面料的热阻 R_{cl} 按照ISO 11092进行测试，在 $0.040\text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \sim 0.060\text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 之间。

暖体假人的体表温度应符合ISO 15831:2004第7章的规定。

5.1.2.2 暖体假人的校准

为校准特定的暖体假人和相关的操作条件，应测量标准参考睡袋的热阻，这些标准参考睡袋的参考热阻见表A.1。测量结果的精度见附录B。

标准参考睡袋在姿势1下热阻的测量值 $R_{c(1)}$ 和表A.1所列参考值之间应得出线性或指数关系。

运用标准参考睡袋的参考热阻中拟合的线性或指数关系得到的校正后的姿势1下的热阻 $R_{c(1)}$ 的误差应满足以下要求：

- a) 所有参考睡袋的平均偏差 $<5\%$ （变异系数）；
- b) 个体偏差不超过 10% （变异系数）；
- c) 每个睡袋测试的变异系数应不大于 4% （变异系数）。

5.1.3 人工气候室

热阻测试应在人工气候室内进行，气候室的空气速度、热通量和相对湿度符ISO 15831:2004第7章的规定。

环境温度应为 (10 ± 5) °C。测试时，环境温度的变化应符合ISO 15831:2004中5.2.1的规定。

注：高度绝缘的睡袋可能出现热通量无法达到 $\geq 20\text{ W}/\text{m}^2$ 的情况，这种情况下，环境温度取上述中的最低值。

5.1.4 人工地面

按照ISO 11092的规定进行热阻测试时，应将暖体假人按5.1.6放进睡袋，使其平躺在垫子上，并放置在人工地面上，其中垫子材料的热阻 R_{cl} 为 $(0.85\pm 0.06)\text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。人造地面应由符合ISO 1096规定的木板组成，木板应足够大，以确保假人和睡袋的任何部分不超出木板，木板厚度为 (20 ± 2) mm。

人工地面包括一个硬的支持面，使其抬离地面至少100 mm，以保证人工地面下方的空气流通。

5.1.5 测试样品与预处理

热阻测试前，睡袋应在容量 $\geq 250\text{ L}$ 的烘箱中预处理，预处理温度 <30 °C，预处理时间为15 min，整个预处理过程不应施加任何应力。在预处理后和正式测试前，睡袋应在测试环境中平衡 $\geq 12\text{ h}$ 。

5.1.6 姿势1下的热阻 $R_{c(1)}$

测试姿势1下的热阻 $R_{c(1)}$ 时，将假人完全放入到睡袋中并仰面平躺。若睡袋有拉链，闭合拉链。睡袋的兜帽盖住假人的头部，兜帽的绳索尽可能收紧，但不能使用睡袋之外的额外部件（如衣服夹子等）。

对于带有拉伸兜帽的绳索的睡袋，兜帽的孔隙能闭合至直径 $<120\text{ mm}$ 或周长 $<375\text{ mm}$ ，假人脸部应使用防护面罩。对于没有兜帽或者没有拉伸兜帽的绳索的睡袋，则不应使用防护面罩。

注：测试信封式睡袋时，头部裸露区域可能会有较多的热量损失，从而导致结果偏小。

按ISO15831运用串联法或并联法计算睡袋姿势1下的热阻 $R_{c(1)}$ 。待测睡袋的计算方法应与标准参照睡袋的计算方法相同。

5.1.7 测试步骤

测试应按4.1的规定进行。

对于每种暖体假人，规定手臂和腿与躯干的位置关系，木板和人工地面应作为校准程序的一部分，本文件不同测试中校准方法应保持一致。

采用与5.1.2.2规定的校准程序相同的校准方法和获得的相关系数计算姿势1下的热阻 $R_{c(1)}$ 值。

应进行3次独立试验，每次试验都将假人放进睡袋内，结果应计算睡袋热阻的算术平均值。

若不能使用3个单独的睡袋样品进行测试，也可使用同一件睡袋样品进行3次重复测试，每次测试前均应按5.1.5的规定进行预处理，并应在试验报告中注明。

5.1.8 使用温度的计算

睡袋的极端低温 (T_{ext})、极限低温 (T_{lim}) 和舒适低温 (T_{comf}) 应按照附录C中的生理模型基于姿势1下的热阻 $R_{c(1)}$ 来计算。

也可查询表1估算得到精度可接受的睡袋的使用温度。如果测量得到的姿势1下的热阻 $R_{c(1)}$ 在表1列出值的中间，应基于姿势1下的热阻 $R_{c(1)}$ 最近的上限值和下限值进行线性迭代。图1中使用范围中的温度限值取最接近的整数值。

5.2 透湿指数

按ISO 11092的规定进行测试。

睡袋所涉及的不同材料均应测试。

5.3 内胆尺寸

5.3.1 内胆长度

将睡袋内胆翻出，测量脚后跟所在的接缝位置到睡袋顶部（竖向接缝的风帽除外）之间的距离，测量过程中不应使用外力拉伸睡袋。

5.3.2 内胆最大宽度

将睡袋内胆翻出，在最宽点处测量周长，测量过程中不应使用外力拉伸睡袋。若睡袋内胆最大宽度不在胸部附近，产品标签上应注明睡袋内胆最宽点的位置。将测得的周长减半即为睡袋内胆最大宽度。若睡袋含有松紧带，测量前可用弹簧秤施加 (10 ± 1) N的外力拉伸松紧带。

5.3.3 内胆脚部宽度

将睡袋内胆翻出，在距离脚后跟所在接缝位置 (30 ± 1) cm处测量周长。周长减半即为睡袋内胆脚部宽度。若睡袋含有松紧带，测量前可用弹簧秤施加 (10 ± 1) N外力拉伸松紧带。

5.4 总质量

对于睡袋总质量（不含收纳袋）的测试，测试前应将样品按ISO 139的规定，在温度为20℃、相对湿度为65%的条件下进行预处理。

对于羽毛和/或羽绒填充物的睡袋总质量，按EN 13088:2018中第7章和第8章的规定进行测试。

对于非羽绒和羽毛填充物的睡袋总质量，应通过精度为 ± 0.5 g的天平进行称量。

6 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 睡袋样品的描述和介绍；
- b) 如果3次独立试验使用了同一件睡袋（见5.1.7），应在试验报告中注明；
- c) 操作条件和特殊性的说明；
- d) 暖体假人、所穿的服装和人工地面的描述；
- e) 气候室内的环境条件（温度、湿度、风速和风向）；
- f) 测试结果（睡袋样品的热阻 $R_{c(1)}$ ）、计算方法以及所使用的校准程序；
- g) 睡袋样品的使用温度计算值 T_{ext} 、 T_{lim} 和 T_{comf} ；
- h) 本文件编号，即ISO 23537-1:2022；
- i) 必要时，与本文件规定的任何偏离之处；

j) 试验日期。

7 标签

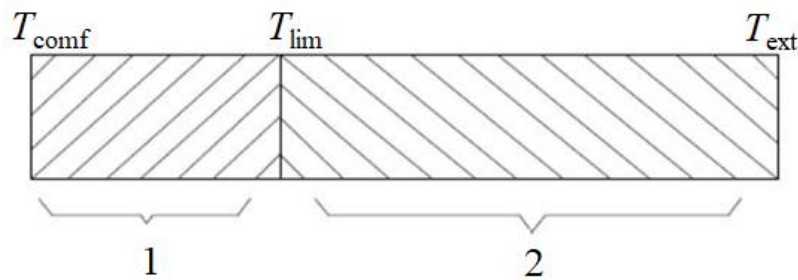
7.1 使用温度范围图

睡袋样品的使用温度范围应在标签上以图示形式注明（见7.2）。

应标注过渡范围和危险范围，并应指出在危险范围环境温度下可能产生的危害；可标注舒适范围。

图中所示范围应标注“过渡范围”和“风险范围”字样，并在下方应给出该字样对应的温度范围。温度限值 T_{comf} 、 T_{lim} 和 T_{ext} 均应以 $^{\circ}\text{C}$ 表示。

图示及其给出的数值应采用线条形式，示例见图1。颜色和图形可自由设计。



标引序号说明：

1—过渡范围；

2—风险范围。

图1 使用温度范围图示

图示下方，应注明以下警告语：

警告—处于风险范围的温度会明显感觉寒冷，可能存在体温过低导致健康受损的风险。

温度等级误用的警示见附录D。

7.2 标识

睡袋上应永久的标识（如印刷在睡袋上或缝合在标签上）以下信息：

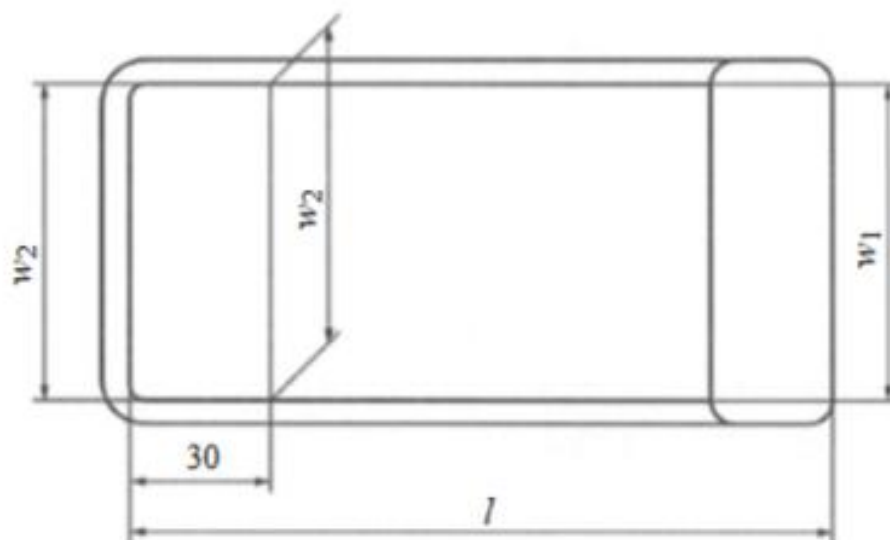
- a) 本文件编号，即ISO 23537-1:2022；
- b) 填充物、面料和衬里成分；
- c) 使用温度范围（以图示，见图1示例）；
- d) 维护保养标签，符合ISO 3758的规定；
- e) 商标名称；
- f) 产品名称或编号。

7.3 消费提示信息

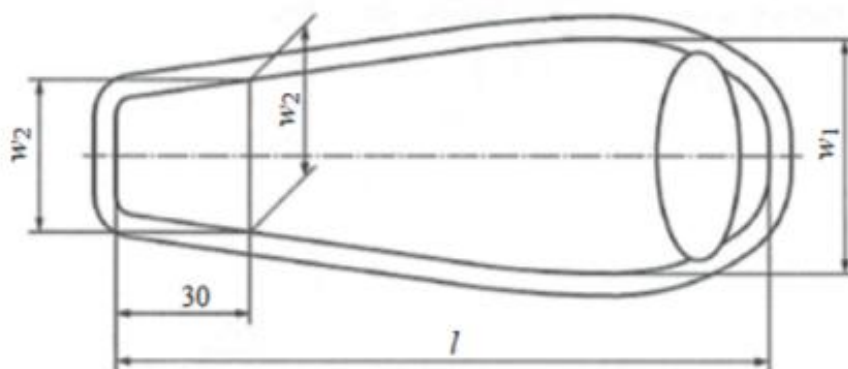
睡袋销售给消费者时应至少提供以下信息：

- a) 睡袋的内胆长度、内胆最大宽度和内胆脚部宽度，均以cm计，以图示说明（示例见图2）。

单位为厘米



a)信封式睡袋



b)木乃伊式睡袋

标引序号说明:

l ——内胆长度;

w_1 ——内胆最大宽度;

w_2 ——内胆脚部宽度。

图2 图示符号

b) 睡袋总质量:

1) <1000 g的睡袋精确至10 g;

2) ≥ 1000 g的睡袋精确至50 g。

c) 商标名称及地址;

d) 本文件编号, 即ISO 23537-1:2022。

附 录 A
(规范性)
暖体假人校准时的热阻参考值

A.1 通则

表A.1中所列暖体假人姿势1下的热阻 $R_{c(1)}$ 参考值是利用“Charlie 3”在下文中描述的服装、人工地面和测试环境下得到的。

A.2 暖体假人

暖体假人“Charlie 3”模拟人体的形状，具有躯干、具有毛发的头部、可移动的手臂和腿部、手和脚。假人尺寸对应德国服装尺码 50/52，质量为 44 kg。当假人躺在睡袋中时，其左手臂弯曲并放在胸前，右手放在躯干旁边。

暖体假人分为 16 个区段，各区段都有独立的表面温度传感器和电加热丝。调节加热丝，使对应的表面温度维持在一个稳定的值(31 ± 0.1) $^{\circ}\text{C}$ 。暖体假人的表面由高传导率的材料制成，确保表面温度的均匀性。测量加热的功率精度为 $\pm 2\%$ 。

A.3 服装和人工地面

用于“Charlie 3”测试的服装和人工地面分别见 5.1.2.1 和 5.1.4。

A.4 操作条件

气候室内的环境温度为 (15 ± 0.1) $^{\circ}\text{C}$ ，空气流速为 (0.3 ± 0.1) m/s，气流为竖直方向。

在稳态条件下，记录暖体假人“Charlie 3”的 16 个区段的散热量，并按照 ISO 15831 采用串联法计算姿势 1 下的睡袋热阻 $R_{c(1)}$ 。

A.5 标准参考睡袋的热阻参考值

标准参考睡袋的热阻参考值如表A.1所示。

表 A.1 热阻参考值

睡袋样品	姿势 1 下的热阻 $R_{c(1)}$ $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$
A	0.779
B	0.867
C	0.938
D	1.290
E	0.623

附 录 B
(资料性)
测量结果的精度

B.1 重复性

在一个由6个不同的暖体假人和6个不同的睡袋组成的实验室间的测试中,三次重复测量同一个睡袋样品的热阻 $R_{c(1)}$ 的精度为3.6% (变异系数)。

B.2 再现性

一个由6个不同的暖体假人和6个不同的睡袋组成的实验室间的测试结果表明,姿势1下的热阻 $R_{c(1)}$ 的再现性为5% (变异系数)。

附录 C

(规范性)

计算使用温度的生理模型

C.1 热平衡和使用温度的计算

使用温度指的是环境中的空气温度，在此温度下睡袋使用者保持热平衡，见公式C.1。

$$M = H_c + H_e + H_{res} + \Delta S \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

M ——睡袋使用者的代谢产热量（见C.2），单位为瓦特每平方米（W/m²）；

H_c ——通过睡袋和从人体未覆盖区域的干态散热量（见C.3），单位为瓦特每平方米（W/m²）；

H_e ——皮肤表面汗液蒸发的散热量（见C.4），单位为瓦特每平方米（W/m²）；

H_{res} ——呼吸引起的散热量（见C.5），单位为瓦特每平方米（W/m²）；

ΔS ——睡袋使用者体内含热量变化（见C.6），单位为瓦特每平方米（W/m²）。

计算通过环境温度和平均体表温度的迭代过程进行，直至达到公式（C.1）中的热平衡。

使用温度取决于睡袋使用者生理应激（代谢产热量、热量散失量、体表温度和姿势），具体详见C.7。

设定环境是均匀的（辐射温度等于空气温度），相对湿度为50%。

C.2 代谢产热量 M

代谢产热量的计算见公式 C.2。

$$M = M_b + M_s \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

M ——代谢产热量，单位为瓦特每平方米（W/m²）；

M_b ——平躺休息时的基础代谢产热量，单位为瓦特每平方米（W/m²）（见 C.7）；

M_s ——由寒颤引起的代谢产热量，单位为瓦特每平方米（W/m²）（见 C.7）。

C.3 干态散热量 H_c

设定环境是均匀的（辐射温度等于空气温度），通过睡袋的干态散热量计算见公式 C.3。

$$H_c = \frac{(t_{sk} - t_a)}{R_{c,eff}} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

H_c ——通过睡袋的干态散热量，单位为瓦特每平方米（W/m²）；

t_{sk} ——睡袋使用者的平均体表温度，单位为摄氏度（℃），依赖于热应激（见 C.7）；

t_a ——环境空气温度，单位为摄氏度（℃）；

$R_{c,eff}$ ——睡袋的有效热阻，单位为平方米开尔文每瓦特（m²·K/W）。根据 C.7 和其他因素，有效热阻与 $R_{c(1)}$ 和 $R_{c(2)}$ 有关，取决于睡袋使用者在睡袋中的姿势。

C.4 蒸发散热量 H_e

蒸发散热量的计算见公式 C.4。

$$H_e = \frac{w(p_{sk} - p_a)}{R_{e,eff}} \dots\dots\dots (C.4)$$

式中：

H_e ——蒸发散热量，单位为瓦特每平方米（W/m²）；

w ——皮肤湿度，%（见公式 C.5）；

p_{sk} ——湿态皮肤的水蒸气分压，单位为帕斯卡（Pa）（见公式 C.6）；

p_a ——环境空气中的水蒸气分压，单位为帕斯卡（Pa）（见公式 C.7）；

$R_{e,eff}$ ——睡袋的有效热阻，单位为平方米开尔文每瓦特（m²·K/W）。根据 C.7 和其他因素，有效热阻与 $R_{c(1)}$ 和 $R_{c(2)}$ 有关，取决于睡袋使用者在睡袋中的姿势。

皮肤湿度（ w ）可被认为是暴露在外并参与蒸发的皮肤面积的比例。在冷环境中休息时的皮肤湿度为 6%，该值对应无感发汗（见公式 C.5）。

$$w=0.06 \dots\dots\dots (C.5)$$

湿态皮肤的水蒸气分压计算见公式 C.6：

$$p_{sk} = p_{sat}(t_{sk}) \dots\dots\dots (C.6)$$

式中：

p_{sk} ——湿态皮肤上的水蒸气分压，单位为帕斯卡（Pa）；

t_{sk} ——睡袋使用者的平均皮肤温度，单位为摄氏度（℃），这取决于保持的热应激（见 C.7）；

$p_{sat}(t_{sk})$ ——皮肤温度 t_{sk} 时的饱和水蒸气压，单位为帕斯卡（Pa），按公式 C.8 计算。

环境空气中的水蒸气分压按公式 C.7 计算：

$$p_a = \frac{Rh_a}{100 \times p_{sat}(t_a)} \dots\dots\dots (C.7)$$

式中：

p_a ——环境空气中的水蒸气分压，单位为帕斯卡（Pa）；

Rh_a ——环境空气的相对湿度，%；

t_a ——环境空气温度，单位为摄氏度（℃）；

$p_{sat}(t_a)$ ——温度 t_a 时的饱和水蒸气压，单位为帕斯卡（Pa），按公式 C.8 计算。

$$p_{sat}(t) = 133.3 \cdot 10 \exp\left[\frac{-2919.611}{(t+273)} - 4.79518 \log(t+273) + 23.03733\right] \dots\dots\dots (C.8)$$

t 是 t_a 或者是 t_{sk} 。

式中：

$p_{sat}(t)$ ——温度 t 时的饱和水蒸气压，单位为帕斯卡（Pa）；

t ——温度，单位为摄氏度（℃）。

睡袋的有效水蒸气压力 $R_{e,eff}$ 与有效阻热 $R_{c,eff}$ 和有效透湿指数 $i_{m,eff}$ 有关，计算见公式 C.9。

$$R_{e,eff} = \frac{60 \cdot R_{c,eff}}{i_{m,eff}} \dots\dots\dots (C.9)$$

式中：

$R_{e,eff}$ ——睡袋的有效湿阻，单位为平方米帕斯卡每瓦（m²·Pa/W）；

$R_{c,eff}$ ——睡袋的有效热阻，单位为平方米帕斯卡每瓦（m²·Pa/W）；

$i_{m,eff}$ ——有效透湿指数。

在不同情况下, $i_{m,eff}$ 取值不同:

- a) 睡袋使用者完全裹在睡袋中, 并蜷缩减少散热御寒时: $i_{m,eff}=0.54$;
- b) 睡袋使用者完全裹在睡袋中, 并以放松的姿势躺在睡袋上 (如仰面平躺): $i_{m,eff}=0.52$
- c) 睡袋使用者不完全裹在睡袋中应对过热时 (如手臂放在睡袋外面): $i_{m,eff}=0.30$

C.5 呼吸散热量 H_{res}

呼吸散热量按公式 C.10 计算。

$$H_{res} = M \cdot [0.5524 - 0.00144 \cdot (t_a + 273) - \frac{0.00632 \cdot p_a}{(t_a + 273)}] \dots\dots\dots (C.10)$$

式中:

- H_{res} ——呼吸散热量, 单位为瓦特每平方米(W/m^2);
- M ——代谢产热量, 单位为瓦特每平方米(W/m^2), 由公式 C.2 得出;
- t_a ——环境空气温度, 单位为摄氏度 ($^{\circ}C$);
- p_a ——环境空气中的水蒸气分压, 单位为帕斯卡 (Pa), 根据公式 C.7 计算。

C.6 人体热量变化 ΔS

人体热量的变化引起核心体温的增加或降低。本附录描述的生理模型表示热平衡, 因此人体热量的变化假定为零, 见公式 C.11。

$$\Delta S = 0 W/m^2 \dots\dots\dots (C.11)$$

C.7 计算使用温度的生理数据

C.7.1 极端低温 T_{ext}

计算此温度时, 所谓的标准女性(25岁, 体重 60 kg, 身高 1.60 m, 体表面积 $1.62m^2$) 在高度寒冷的条件下, 打着寒颤增加基本代谢产热量, 该产热量仅能维持 6 h。睡袋使用者蜷缩在睡袋中为了降低通过睡袋的散热量。计算温度的数据包括以下:

- a) 基础代谢产热量: $M_b=44.4 W/m^2$;
- b) 寒颤引起的额外代谢产热量: $M_s=25.4 W/m^2$;
- c) 睡袋的有效热阻 $R_{c,eff}$: $R_{c,eff}=R_{c(1)}$;
- d) 睡袋的有效湿阻 $R_{e,eff}$: $R_{e,eff}=60R_{c,eff}/0.54$ 。

C.7.2 极限低温 T_{lim}

计算此温度时, 标准男性(25岁, 体重 70 kg, 身高 1.73 m, 体表面积 $1.83 m^2$) 在御寒条件下 (蜷缩在睡袋中), 保持热平衡但不觉得冷 (不打寒颤)。计算温度的数据包括以下:

- a) 基础代谢产热量: $M_b=47.5 W/m^2$;
- b) 睡袋的有效热阻 $R_{c,eff}$: $R_{c,eff}=R_{c(1)}$;
- c) 睡袋的有效湿阻 $R_{e,eff}$: $R_{e,eff}=60R_{c,eff}/0.54$ 。

C.7.3 舒适低温

计算此温度时, 标准女性 (25岁, 体重 60kg, 身高 1.60m, 体表面积 $1.62m^2$) 在放松的姿势下不觉得冷 (不打寒颤)。计算温度的数据包括以下:

- a) 基础代谢产热量: $M_b=44.4 W/m^2$;
- b) 睡袋的有效热阻 $R_{c,eff}$: $R_{c,eff}=0.9R_{c(1)}$;
- c) 睡袋的有效湿阻 $R_{e,eff}$: $R_{e,eff}=60R_{c,eff}/0.52$ 。

C.8 使用温度的近似计算

睡袋的使用温度可用公式 C.12~C.14 近似计算:

$$T_{\text{ext}} = -50.91R_{c(1)} + 29.61 \dots\dots\dots(C.12)$$

$$T_{\text{lim}} = -36.35R_{c(2)} + 32.00 \dots\dots\dots(C.13)$$

$$T_{\text{comf}} = -30.96R_{c(1)} + 32.29 \dots\dots\dots(C.14)$$

附 录 D

(资料性)

温度等级误用的警示

在不同的使用条件下（风速、辐射温度、姿势和睡袋使用者的着装、地板热阻、睡袋内的最终湿度等），睡袋的热阻会改变。使用者对冷的感觉也因人而异（受适应性、物理和生理状态、食物等因素影响）。

根据本文件确定的使用范围的限定温度仅可用以比较标准测试条件下睡袋的性能。没有考虑使用中所有可能的变化因素以及个人的反应，因此这些温度仅宜作为参考，还需考虑个体实际使用过程中的适应性。

特别需要强调的是极端低温是理论上的极限。因此，除非睡袋使用者有着丰富的经验，否则它应仅被认为是不能接近的危险点。此外，测试和实践经验证明，睡袋的内部尺寸和使用者的体型对睡袋的性能具有显著影响。

舒适低温的确定基于可获得的发表的数据和全身的热平衡。人体对局部不舒适非常敏感，局部热桥可能不会影响睡袋的整体热阻，但可能会严重影响睡袋使用者的冷感觉。需要强调的是本文件的测试方法不能保证抵抗任何局部致冷。

使用范围的温度与室内条件有关。对于户外使用，风在很大程度上可能会影响睡袋的热阻，尤其对外层面料由透气材料制作的睡袋。

本文件所涉及睡袋为干态。产品湿度较大时可能会降低睡袋的隔热性能。

附录 E

(资料性)

基本原理

本文件主要是通过制定测试程序和评价模型来量化睡袋的热生理性能,最初目的是为消费者提供信息。

热生理性能是由睡袋的热阻和水管理能力决定的。二者均要适应睡袋使用的环境气候条件(温度、湿度、风速)以及人体的生理条件,要求在良好的适应前提下实现热量平衡,从而达到优质的睡眠效果。人体热量平衡是指由新陈代谢过程产生的热量(即睡眠中人体所产生的热量)等于向外界散失的热量。一般情况下,很难保持睡袋内的热量平衡。一方面,新陈代谢产生的热量取决于人体的体重,例如,体重50 kg的人睡觉时产生约60 W热量,而体重110 kg的人则产生约100 W热量;另一方面,从人体散发到外界的热量不仅取决于睡袋的热阻(包括使用者穿着的睡衣和睡袋下面垫子的热阻),还取决于环境温度。如果人体向外界散热过多,人体热量就会降低,使用者会感到寒冷,在极端情况下,甚至会因体温过低造成死亡。

如果人体向外界散热过少,人体热量就会增加,使用者就会出汗,此过程可通过皮肤上的汗液蒸发来使人体降温,这种致冷效果非常有效,但仅限于汗液能够真正蒸发,这意味着睡袋也应具有很好的透湿性。以下事实进一步强调了透湿性的重要性,一个人即使没有出汗,在夜间将会从人体内透过皮肤蒸发1/4 L的水分,因此若睡袋的透湿性或水管理不足,人体不仅会感到闷湿,而且在睡眠中体会过热,从而影响睡眠质量甚至完全不能入睡。

通常来说,睡袋的热生理舒适性受很多变量影响。本文件规定的暖体假人和皮肤模型测试方法,均已考虑了这些变量的影响,同时结合热生理模型,将评价测试结果转换成了睡袋的使用温度范围。

按ISO 11092规定的皮肤模型(“蒸发热板”),测试并通过透湿指数量化了睡袋的水管理能力,以确保睡袋的“透湿性”至少达到满意的程度。

按ISO 15831规定的暖体假人,测量了受睡袋影响的热阻。暖体假人的热阻不仅是由睡袋本身的影响,同时还受到在睡袋内着装和可能放在睡袋下面的睡袋的影响,以及诸如压缩睡袋底部的人体重量、环境风速和湿度的影响。因此,本文件用以下方式规定了测试条件:测试结果是可重复,并且不同实验室间的测试结果具有可比性。本文件制定时很多循环对比试验均已验证了这种测试条件,方法的精度见附录B。

选择的测试条件还考虑了在寒冷环境中实际使用时,使用者将会把头部裹在睡袋的兜帽内,以保护面部免受冷空气的伤害。由于目前暖体假人的头部无法转动,对于含有兜帽的睡袋,试验时是通过在暖体假人的面部佩戴面罩来模拟的。

类似地,测试条件也考虑到在炎热环境下的使用,由于在高温环境下,完全闭合睡袋显得不合实际,头罩也不可能仅仅地包在头部,因此规定了暖体假人的第二种姿势,在第二种姿势下,睡袋的拉链完全被打开,睡袋盖被调低,假人的手臂、肩膀和头部均外露。

本文件中应用的热生理模型将睡袋的热阻转换为使用温度范围。该生理模型建立在大量生理研究的基础上,不同的研究机构科学地开展了多次睡眠试验均已证明了从评价模型中得到使用温度的准确性。睡眠实验均在可控的人工气候室内进行,通过在受试者身体上放置传感器,监测传输相关的生理数据,如核心体温、体表温度,体表湿度、代谢量、出汗量以及睡袋和睡衣的吸汗量,同时通过心率来监测睡眠质量,通过问卷调查的形式量化受试者的主观舒适感。

总体来说,本文件中所涉及的热生理模型对于确定睡袋有效保暖效果并不唯一,但该模型是目前为止唯一被科学验证的具有足够统计精度的模型。

除上述因素外,本文件所涉及的热生理模型还考虑了与体重有关的代谢产热量、人体表面的热流量(也取决于人体的体重和身高)。由于这些差异,该热生理模型可区分体重较大、身高较高的“标准男

性”和相对体重较轻、身高较低的“标准女性”，在睡眠时，前者的代谢产热量较大，后者的代谢产热量较小。在“舒适低温”下，“标准女性”在睡袋中开始感觉寒冷，而“标准男性”在“极限低温”下开始因冷而觉得不舒服，“极限低温”取决于睡袋的热阻，一般比“舒适低温”略低几摄氏度（℃）。

在“极限低温”以下的环境中，几乎每个人都会感觉太冷，并且在接近“极端低温”条件时，“标准女性”就可能处于损害健康的体温过低危险中。在“舒适高温”环境中，与“标准男性”身材相似的人在睡袋中将会因热而感觉不舒服。

使用温度取决于睡袋的热阻，限制了睡袋的使用范围，如表1所示。在睡袋销售时标注使用温度范围，可为消费者提供一种客观标准，根据生理性能比较不同的睡袋产品，进一步帮助他们选择生理上适合其预期使用环境条件的产品。

附 录 F
(资料性)
舒适高温试验方法

F.1 要求

对于姿势2下热阻 $R_{c(2)}$ 的测量，应使用表F.1给出的舒适高温 T_{max} 。若测量得到姿势2下的热阻 $R_{c(2)}$ 介于表F.1所列值的中间，应基于 $R_{c(2)}$ 最近的上限值和下限值进行线性迭代。

按F.3进行测试。

表 F.1 使用温度的舒适高温

姿势 2 下的热阻 $R_{c(2)}$ m ² ·K/W	舒适高温 T_{max} ℃
0.200	+31.1
0.240	+29.6
0.280	+28.2
0.320	+26.7
0.360	+25.2
0.400	+23.8
0.440	+22.3
0.480	+20.9
0.520	+19.4
0.560	+18.0
0.600	+16.5
0.640	+15.1
0.680	+13.6
0.720	+12.2
0.760	+10.7
0.800	+9.3

F.2 姿势 2 下的热阻 $R_{c(2)}$ 测试暖体假人的校准

为校准特定的暖体假人和相关的操作条件，应按照表A.1测量标准参考睡袋的热阻。

参考睡袋的热阻 $R_{c(2)}$ 的测量值和参考值之间应得出线性或指数关系（见表F.2）。

注： 见F.8。

运用标准参考睡袋的参考热阻中拟合的线性或指数关系得到的校正后的 $R_{c(2)}$ 的误差应满足以下要求：

- a) 所有参考睡袋的平均偏差<5%（变异系数）；
- b) 个体偏差不超过10%（变异系数）；
- c) 每个睡袋测试的变异系数不大于4%（变异系数）。

F.3 姿势 2 下的热阻 $R_{c(2)}$

测量姿势2下的热阻 $R_{c(2)}$ 时，将暖体假人部分放入到睡袋中并仰面平躺。睡袋的上半部分仅盖到假人的腋窝位置，并且暖体假人的手臂置于睡袋外面，放在睡袋的上半部分。若睡袋带有拉链，应将拉链全部打开。若睡袋带有帽兜，应将帽兜放在假人的下面，绳索不收紧，假人面部不戴防护面罩。

姿势2下的热阻 $R_{c(2)}$ 按ISO 15831中的并联法进行计算。

F.4 测试步骤

测试按照F.1中的规定进行。

对于每种特定的暖体假人，规定手臂和腿与躯干的位置关系，木板和人工地面应作为校准程序的一部分，本文件不同测试中校准方法应保持一致。

运用F.2校准过程中获得的相关关系，计算姿势2下的热阻 $R_{c(2)}$ 值。

应进行三次独立试验，每次试验都将假人放进睡袋内，结果应计算睡袋热阻的算术平均值。

若无法使用3个单独的睡袋样品进行测试，也可使用同一件睡袋样品进行3次重复测试，每次测试前均应按5.1.5的规定进行预处理，并应在试验报告中注明。

F.5 使用温度的计算

睡袋的舒适高温 T_{max} 可按附录C中的生理模型基于姿势2下的热阻 $R_{c(2)}$ 来计算。

也可查询表F.2估算得到精度可接受的睡袋的使用温度。若测量得到的姿势2下的热阻 $R_{c(2)}$ 介于表F.2中列出值之间，应基于姿势2下的热阻 $R_{c(2)}$ 最近的上限值和下限值进行线性迭代。图F.1使用温度中的温度限值取最接近的整数。

F.6 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 睡袋样品的描述和介绍；
- b) 如果3次独立试验使用了同一件睡袋（见F.4），应在试验报告中注明；
- c) 操作条件和特殊性的说明：
 - 1) 暖体假人、所穿的服装和人工地面的描述；
 - 2) 气候室内的环境条件（温度、湿度和风速）；
- d) 测试结果（睡袋样品的热阻 $R_{c(2)}$ ）、计算方法以及所使用的校准程序；
- e) 睡袋样品的使用温度计算值 T_{max} ；
- f) 本文件编号，即ISO 23537-1:2022；
- g) 与本文件规定的任何偏离之处；
- h) 试验日期。

F.7 标签

F.7.1 使用温度范围图

睡袋样品的使用温度范围应在标签上以图示形式注明（见7.2）。

应标注过渡范围和危险范围，并指出在危险范围环境温度下可能产生的危害。宜标注舒适范围。

图中所示范围应标注“舒适范围”字样，并在下方应给出该字样对应的温度范围。温度限值 T_{max} 以 $^{\circ}\text{C}$ 表示。

图示及其给出的数值应采用线条形式，示例见图F.1。颜色和图形能自由设计。



标引序号说明：

1—舒适范围。

图 F.1 舒适温度范围图示

图示下方，应注明以下警告语：

警告—处于风险范围的温度会明显感觉寒冷，可能存在体温过低导致健康受损的风险。
温度等级误用的警示见附录D。

F.8 暖体假人校准热阻参考值

F.8.1 通则

姿势2下的热阻 $R_{C(2)}$ 的参考值是利用暖体假人“Charlie 3”在F.8中描述的特定环境下测量得到的。

F.8.2 操作条件

在稳态条件下，记录暖体假人“Charlie 3”的16个区段的散热量，并按ISO 15831采用并联法计算睡袋姿势2下的热阻 $R_{C(2)}$ 。

F.8.3 标准参考睡袋的热阻参考值

标准参考睡袋的参考热阻值见表F.2。

表 F.2 热阻参考值

睡袋样品	姿势 2 下的热阻 $R_{C(2)}$ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
A	0.368
B	0.387
C	0.397
D	0.474
E	0.323

F.9 测量结果的精度

F.9.1 重复性

在一个由6个不同的暖体假人和6个不同的睡袋组成的实验室间的测试中，三次重复测量同一个睡袋样品姿势2下热阻 $R_{C(2)}$ 的测量精度为3.6%（变异系数）。

F.9.2 再现性

一个由6个不同的暖体假人和6个不同的睡袋组成的实验室间的测试结果表明，姿势2下的热阻 $R_{C(2)}$ 的再现性为5%（变异系数）。

F.10 使用温度的近似计算

睡袋的舒适高温可通过公式F.1近似计算：

$$T_{\max} = -36.07R_{c(2)} + 38.19 \dots\dots\dots (F.1)$$
