



中华人民共和国国家标准

GB/T 42841—2023

热环境的人类工效学 人体冷热应激评估与管理

**Ergonomics of the thermal environment—Assessment and management
of human cold and heat stress**

[ISO 15265:2004, Ergonomics of the thermal environment—
Risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal
working conditions; ISO 15743:2008, Ergonomics of the thermal environment—
Cold workplaces—Risk assessment and management; ISO 9886:2004,
Ergonomics—Evaluation of thermal strain by physiological measurements;
ISO 7933:2004, Ergonomics of the thermal environment—Analytical
determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted
heat strain; ISO 11079:2007, Ergonomics of the thermal environment—
Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation
(IREQ) and local cooling effects; ISO 12894:2001, Ergonomics of the
thermal environment—Medical supervision of individuals exposed to extreme
hot or cold environments; ISO 9920:2009, Ergonomics of the thermal
environment—Estimation of thermal insulation and water vapour resistance
of a clothing ensemble, NEQ]

2023-08-06 发布

2023-08-06 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

| | |
|---|----|
| 前言 | V |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 2 |
| 4 符号 | 6 |
| 5 预防工作环境中的热应激或不适的风险评估策略 | 8 |
| 5.1 通则 | 8 |
| 5.2 评估策略的理念 | 9 |
| 5.3 第一阶段:观察性评估 | 9 |
| 5.4 第二阶段:分析性评估 | 12 |
| 5.5 第三阶段:基于专业知识的评估 | 14 |
| 6 寒冷工作场所-风险评估和管理 | 15 |
| 6.1 总则 | 15 |
| 6.2 评估和管理策略 | 15 |
| 6.3 寒冷风险评估和管理实践 | 17 |
| 7 基于生理指标测量的热损伤评估 | 19 |
| 7.1 通则 | 19 |
| 7.2 核心温度测量(t_{cr}) | 20 |
| 7.3 皮肤温度测量(t_{sk}) | 22 |
| 7.4 基于心率的热损伤评估(HR) | 23 |
| 7.5 由于出汗导致的身体质量损失(Δm_{sw})的生理应变评估 | 23 |
| 8 通过预测热损伤计算分析确定和解释热应激 | 24 |
| 8.1 通则 | 24 |
| 8.2 评价方法原理 | 24 |
| 8.3 主要计算步骤 | 25 |
| 8.4 必需出汗率解释 | 26 |
| 9 采用必需服装热阻(IREQ)及局部冷效应确定与解释冷应激 | 27 |
| 9.1 通则 | 27 |
| 9.2 评价方法原理 | 27 |
| 9.3 全身冷却 | 28 |
| 9.4 局部冷却 | 31 |
| 9.5 冷环境实际评价与说明 | 32 |
| 10 对暴露在极热或极冷环境中个体的医疗监督 | 33 |

| | | |
|------------|----------------------------------|-----|
| 10.1 | 通则 | 33 |
| 10.2 | 概述 | 33 |
| 10.3 | 工效学调查 | 34 |
| 10.4 | 职业暴露 | 35 |
| 11 | 服装热阻及水汽阻力估计 | 36 |
| 11.1 | 概述 | 36 |
| 11.2 | 使用标准 | 36 |
| 11.3 | 根据热阻表以及站姿暖体假人测量值估计服装热阻 | 37 |
| 11.4 | 服装面积系数估计 | 39 |
| 11.5 | 服装外表面空气层(边界层)热阻估计 | 39 |
| 11.6 | 水汽阻力估计 | 40 |
| 11.7 | 人体运动与空气流动对服装热阻和水汽阻力的影响 | 41 |
| 11.8 | 影响服装热阻的其他因素 | 47 |
| 附录 A (资料性) | 热或不适预防措施示例 | 49 |
| 附录 B (资料性) | 识别工作中与寒冷相关问题的检查表 | 51 |
| 附录 C (资料性) | 与寒冷相关问题分析 | 55 |
| 附录 D (资料性) | 冷环境作业规划和管理指南 | 59 |
| 附录 E (资料性) | 冷环境作业健康问卷 | 63 |
| 附录 F (资料性) | 室内工作中的冷环境作业评估和管理——食品加工业的示例 | 67 |
| 附录 G (资料性) | 热损伤的生理学评价方法比较 | 69 |
| 附录 H (资料性) | 测量技术 | 72 |
| 附录 I (资料性) | 热损伤生理参数的限值 | 77 |
| 附录 J (规范性) | 计算热平衡所必需的数据 | 79 |
| 附录 K (资料性) | 高温工作环境中可接受暴露时间评估准则 | 85 |
| 附录 L (资料性) | 代谢率 | 87 |
| 附录 M (资料性) | 服装的传热特性 | 90 |
| 附录 N (资料性) | 计算预测热损伤模型的计算机程序及求解示例 | 92 |
| 附录 O (规范性) | 热平衡计算 | 93 |
| 附录 P (资料性) | 冷暴露生理准则 | 95 |
| 附录 Q (资料性) | 代谢率与服装热特性 | 97 |
| 附录 R (资料性) | IREQ 评价示例 | 99 |
| 附录 S (资料性) | 风寒温度的确定 | 101 |
| 附录 T (资料性) | 采用必需服装热阻(IERQ)及局部冷效应确定与解释冷应激应用软件 | 110 |
| 附录 U (资料性) | 志愿者可能感到不适时的工效学基本原则 | 111 |
| 附录 V (资料性) | 暴露于冷和热环境中的医学影响 | 113 |
| 附录 W (资料性) | 实验室极端高温环境下的医疗监督 | 117 |
| 附录 X (资料性) | 实验室极端低温环境下的医疗监督 | 121 |

| | |
|---|-----|
| 附录 Y (资料性) 实验室环境或者志愿者不常暴露环境中的医疗监督实际需求 | 125 |
| 附录 Z (资料性) 职业暴露于酷暑和严寒 | 126 |
| 附录 AA (规范性) 服装套装热阻值 | 129 |
| 附录 BB (规范性) 单件服装热阻值 | 144 |
| 附录 CC (规范性) 服装透气指数值 | 169 |
| 附录 DD (资料性) 暖体假人测量着装热阻及水汽阻力 | 179 |
| 附录 EE (资料性) 着装热阻及水汽阻力人体实验 | 184 |
| 附录 FF (资料性) 服装热阻不同表述 | 185 |
| 附录 GG (资料性) 反射服换热估算 | 187 |
| 附录 HH (资料性) 被遮盖体表面积测定指南 | 189 |
| 参考文献 | 191 |

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。

本文件参考 ISO 15265:2004《热环境的人类工效学 预防工作环境中的热应激或不适的风险评估策略》(见第 5 章)、ISO 15743:2008《热环境的人类工效学 寒冷工作场所 风险评估和管理》(见第 6 章)、ISO 9886:2004《人类工效学 基于生理指标测量的热损伤评估》(见第 7 章)、ISO 7933:2004《热环境的人类工效学 通过预测热损伤计算分析和解释热应激》(见第 8 章)、ISO 11079:2007《热环境的人类工效学 采用必需服装热阻 (IREQ) 及局部冷效应确定与解释冷应激》(见第 9 章)、ISO 12894:2001《热环境的人类工效学 对暴露在极热或极冷环境中个体的医疗监督》(见第 10 章)和 ISO 9920:2009《热环境的人类工效学 服装热阻及水汽阻力估计》(见第 11 章)7 项国际标准起草,一致性程度为非等效。

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。

本文件由全国人类工效学标准化技术委员会(SAC/TC 7)提出并归口。

本文件起草单位:北京航空航天大学、广东美的暖通设备有限公司、中国标准化研究院、南京天加环境科技有限公司、福建雅波特数字科技有限公司、中标能效科技(北京)有限公司、国投中标质量基础设施研究院有限公司、青岛海尔智能技术研发有限公司、广东美的制冷设备有限公司、内蒙古工业大学、安徽扬子空调股份有限公司、宁波方太厨具有限公司、上海三菱电机·三菱空调机电器有限公司、广州联动万物科技有限公司、奥普家居股份有限公司、北京光徽德润航空技术有限公司、芜湖美智空调设备有限公司、重庆大学。

本文件主要起草人:邱义芬、岳宝、赵朝义、王瑞、齐云、杨亚华、宿士乔、王滨后、张浩、张译文、韦波、冯朝卿、曾晓程、郭俊杰、周兴法、陈亚亮、张心予、丁云霄、杨兵、栗玮、高剑峰、张佳崢、程勇、杜顺开、梅志光、葛猛、张文涛、张迪、梁涛、田俊、马阅新、邵艳坡、黄国俊、于彩灵、高平、蔺凯、王晶晶、郑春元、李宏伟、李少春。

热环境的人类工效学 人体冷热应激评估与管理

1 范围

本文件：

- 描述了人在给定气候环境下工作时，一种评估和解释生理限制或不适风险的策略；
- 提出了评估和管理工作场所寒冷风险的策略和实用工具；
- 提出了基于人体核心温度、皮肤温度、心率和体重损失等生理参数测量评价热损失的条件和方法；
- 规定了分析评价和解释人体在热环境中经受的热应激的方法，预测工作条件下人体的出汗率和核心温度；
- 规定了人体暴露于寒冷环境时冷应激的评价方法和策略；
- 为人类暴露在极端热环境下的安全性提供了建议，帮助需要对此类风险负责的人在不同的情况下决定医疗监督的水平；
- 规定了基于已知服装、套装和纺织品的服装热阻值，在稳态条件下估算服装套装传热特性(干热损失和蒸发热损失阻力)的方法；研究了身体运动和空气渗透对热阻和水蒸气阻力的影响。

本文件适用于：

- 任何工作温度下的热应激评价；
- 室内、外寒冷场所的风险评估，但不适用于潜水情况或水下进行的其他类型的工作；
- 工效学、工业卫生等领域工作条件的基于生理指标的热损伤评价；
- 室内和室外工作环境中的连续暴露、间断暴露、偶尔暴露等条件下的低温应激评价，不适用于与某些气象条件(比如降水，包括雨、雪、冰)有关的特定影响，这些影响采用其他方法评价；
- 在实验环境以及职业需要暴露极端热环境的医疗监督，两种条件下都应对人群会受到的预期热应激做一个评估，但针对不同情况的医疗监督的安排会有细微差别；
- 评价人体运动及服装透气性对热阻和透气阻力的影响。

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。

GB/T 18048—2008 热环境人类工效学 代谢率的测定

GB/T 40233—2021 热环境的人类工效学 物理量测量仪器

GB/T 40288—2021 热环境的人类工效学 术语和符号

ISO 9237:1995 纺织品 织物透气性测定 (Textiles—Determination of the permeability of fabrics to air)

ISO 13732-3:2005 热环境的人类工效学 人体接触表面反应评价方法 第3部分：冷表面(Ergonomics of the thermal environment—Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces—Part 3: Cold surfaces)