WOOLMARK

羊毛在间歇性运动方面的表现与舒适性





美丽诺奴羊毛在动动停停的运动中表现优异已不再是坊间传闻。北卡罗莱纳州立大学一项为期四年的研究证实，羊毛服装在休息期间最大限度提高热舒适度和最大限度减少运动后发冷感方面优于其他纤维制服装。通过调节温度、控制湿度和抵抗异味的天然功能，美丽诺羊毛贴身服也可以帮助运动员为运动本身保存能量。

这项研究还引入了一种新的测试方法，可以使设计师和品牌为特定的运动或活动优化面料选择，从而证明羊毛在苛刻的运动条件下可提供天然、高性能的功能。

羊毛在间歇性运动中如何发挥作用

积极的户外运动如徒步旅行、骑自行车和攀岩，被称为间歇性运动，因为它们会在休息期后耗费大量体力。活动时，运动员会出汗；休息时，水分会从衣服上蒸发。羊毛的天然纤维结构可缓冲这些变化带来的影响，保持皮肤温度稳定。

新的研究表明，羊毛的防潮性能比涤纶高96%，比棉高45%，比粘胶高25%。

羊毛性能的秘密源自于其纤维的复杂结构。吸湿排汗的核心层外包裹着拒液外层，可平衡舒适性与透气性，而纤维卷曲的结构可以在皮肤附近构成微小的保温气囊，根据需要保留或传递热量。此外，气味分子会被自然地困在纤维中，使运动员保持更长时间的清新体味。

间歇性运动与热舒适度

“间歇性”运动的一个固有特征是持续轮流进行活动与休息。进行间歇性运动的运动员对热量变化很敏感，因为他们的服装会交替经历出汗阶段的热量产生和干燥阶段的吸热冷却过程。

羊毛服装可通过缓冲面料和皮肤之间微气候的影响来保持更稳定的热舒适度，这一性能是有据可查的。



“羊毛受潮时仍能维持其保暖性能”



“我既不觉得冷，更重要的是，也不觉得热和出汗”



“它即使湿了，也能让你保持温暖”

运动后发冷与羊毛性能

进行间歇性运动的运动员对热量变化很敏感，因 为他们的服装会对出汗阶段产生的热量和休息阶段的蒸发冷却做出反应。这种通常被称为运动后发冷的不适感会分散运动员的注意力，妨碍他们达到最佳表现。

在过去，竞技自行车手会在下坡前用报纸隔开运动服，防止运动后发冷并节省能量。

鉴于人体会不断工作以保持35°C的皮肤温度，研究者提议的一种新测试方法表明，身着羊毛服装时人体所需的工作量更少，从而使运动员在保持舒适感的同时将所有可用的能量集中于运动本身。



在过去，参加环法自行车赛的自行车手们会在下坡前用报纸隔开运动服，用以防止风寒和节省卡路里。

现今的科学观点

热舒适度不仅指在稳定条件下使体温保持在最佳水平（35°C +/- 0.5°C），而且指在近环境变化（如从热到冷）时或身体代谢率变化（如开展或停止运动）时使体温保持在最佳水平。人类依靠衣着来帮助调节体温。

最新的科学发现

北卡罗来纳州立大学一项为期四年的研究探索了不同纤维类型在间歇性运动中的性能表现，从而开发出一种全新的测试方法，以便更好地为服装设计提供信息

通过使用可出汗的人体模型来再现运动员在运动中产生的热量和水分，研究人员对面料重量和厚度相近的100%羊毛、100%棉、100%粘胶和100%聚酯制服装进行了比较。这些人体模型在湿度受到控制的房间里骑自行车，这些房间模拟了间歇性运动中经历的快速环境变化。

然后，真人参与者以提供主观舒适度评分和生理数据的方式证实了这些试验结果。这种综合性研究方式以一个更加全面的视角展现了面料在所有运动阶段中的性能表现。羊毛在舒适度和温度感觉方面都名列前茅——而它们正是决定用户体验的要素。

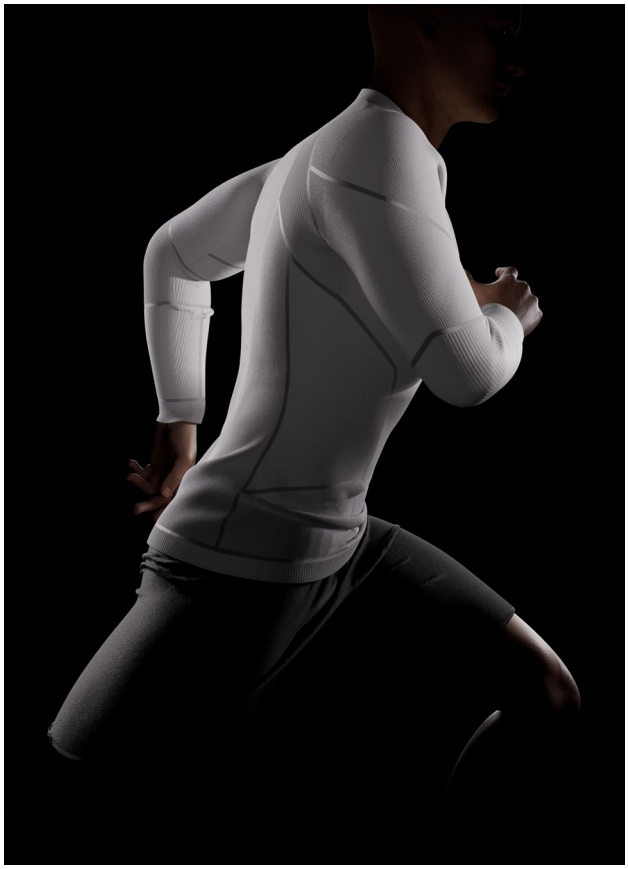
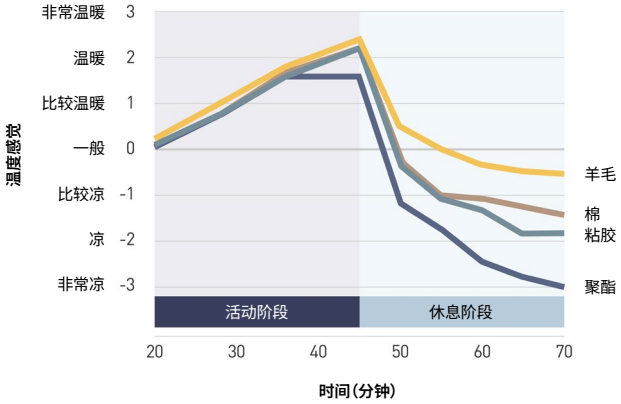


图1表明，在运动的活动阶段，在温度感觉或感知的舒适度方面没有显著差异，但在休息阶段，运动员可能会因面料类型而有不利的寒凉之感。

温度感觉



感知的舒适度

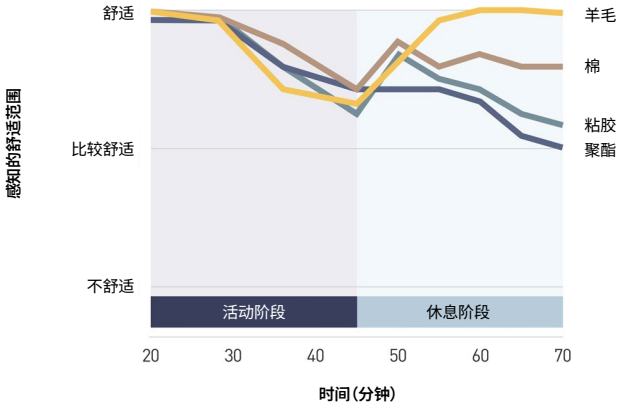


图1：人体研究——在凉爽（15°C）的环境中锻炼和休息的体验

ASTM F3628标准的试验方法

标准中提出的测试方法是在一个温度和湿度受控的环境中使用一块出汗热板仪，通过在控制时间段内打开和关闭出汗功能的方式来模拟间歇性活动模式。测试去除了面料与热板之间的标准半透膜，使一定量的液态水（汗液）能够渗透面料。这个设备可测量当汗液被吸收和蒸发时，面料要维持35°C的热板温度所需的冷却力。

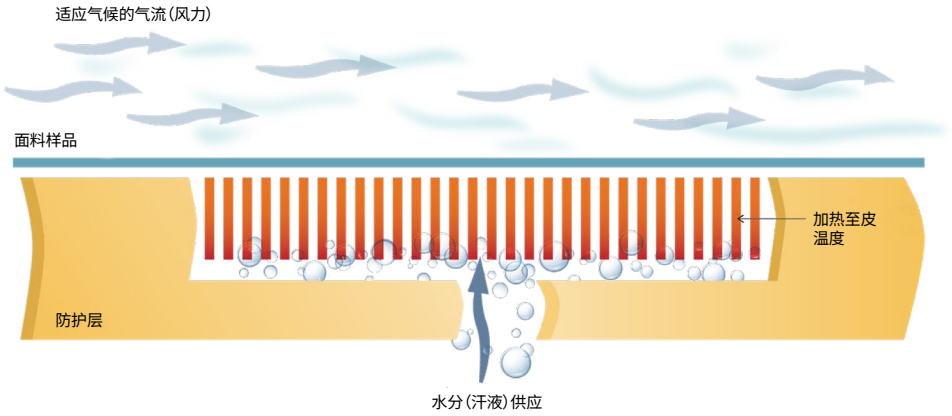


图2：改良的出汗热板仪——无半透膜。

这种测试方法通过跟踪在活动（出汗）和休息（不出汗）循环中冷却能力的变化情况来区分面料的性能表现。

图3显示，随着运动员的需要，羊毛会逐渐增强冷却能力，而在活动和休息阶段之间，冷却能力的波动最小。

不同阶段最大和最小冷却能力之间的显著差异表明了面料造成运动后发冷的潜力，结果表明涤纶和棉造成运动后发冷的潜力都很高。

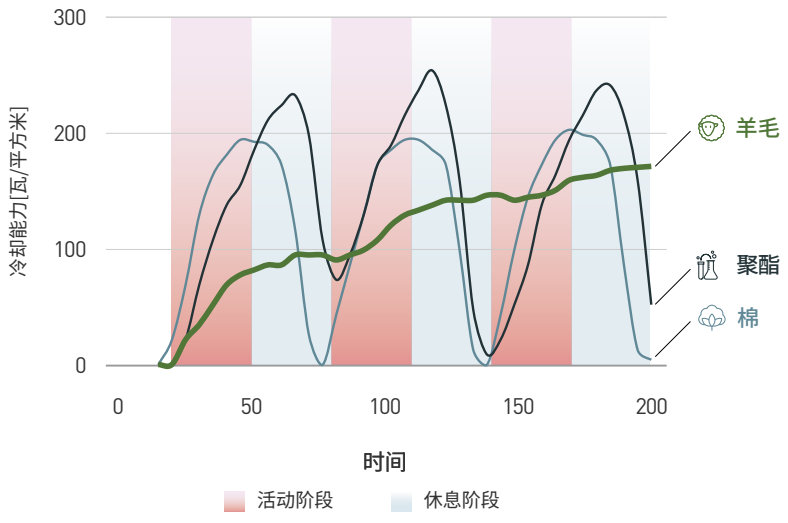


图3：三种纤维类型在3个模拟的间歇性运动循环中的冷却能力曲线。

为了在实验室中重现动态的间歇性运动，一种利用现有出汗热板仪*的全新测试方法已开发出来。

其中的改动内容包括：

去除半透膜，以使液态水（汗液）转移

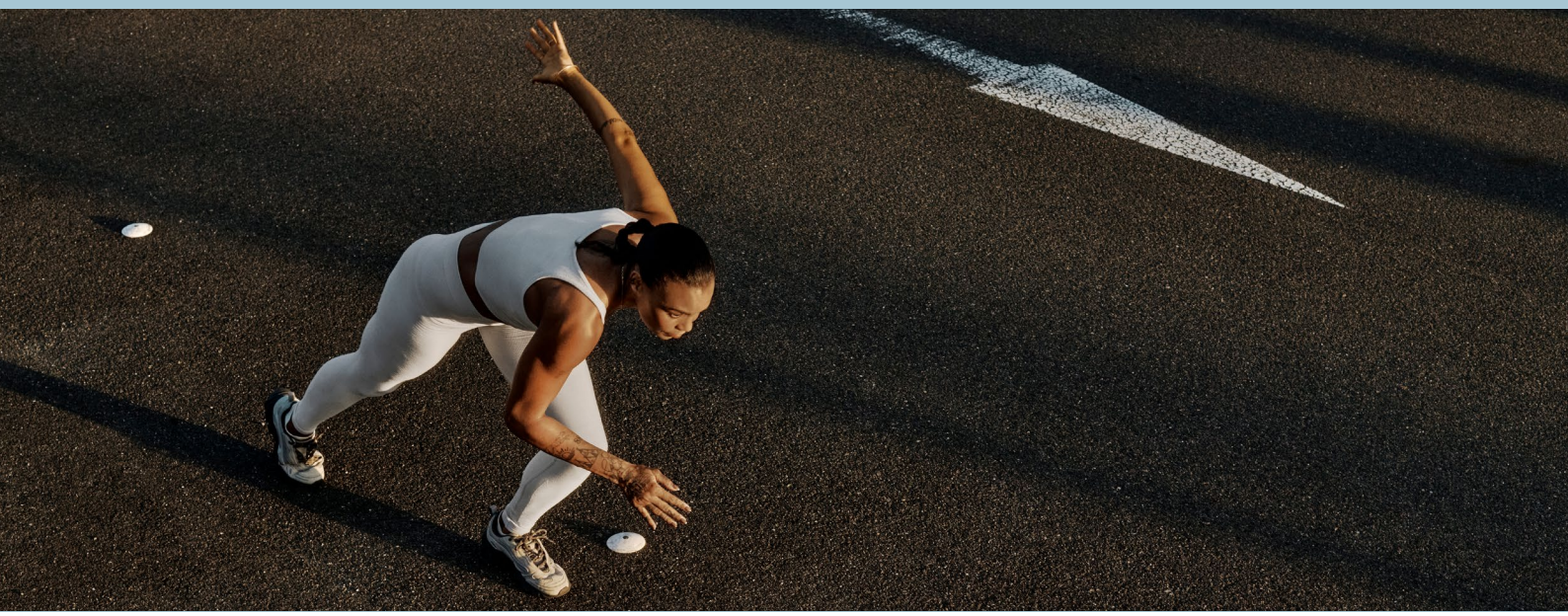
增加风速

测试了三个出汗/不出汗循环

*出汗热板仪（SGHP）（ISO 11092）模拟皮肤状况来测量面料的热阻和蒸汽阻力以及这些因素如何影响其舒适性能。

图3中值得注意的几点包括：

- 由于吸湿性差，聚酯的冷却峰值在延迟了近15分钟后才进入休息阶段。
- 羊毛可吸收高达其重量35%的水分而不会感到潮湿；棉的吸水性约20%，但会让人感觉潮湿。
- 冷却能力的波动率由冷却曲线的线性度测量：羊毛74%，棉和聚酯<1%。
- 测量曲线下方的面积，可以估算在活动和休息的三个循环中维持热舒适度所需的能量。羊毛织物最节能，其耗能值为12.6千焦/平方米，而聚酯织物则会耗用额外20%的能量以维持热平衡。



参考文献：

- 新的研究表明，羊毛的防潮性能比涤纶高96%，比棉高45%，比粘胶高25%。

Abedin, Faisal, and Emiel DenHartog. “A new approach to demonstrate the exothermic behavior of textiles by using a thermal manikin: Correction methods of manikin model.” (一种通过使用暖体假人来展示纺织品放热方式的新方法：人体模型的修正方法) .Polymer Testing 128 (2023): 108195.

- 羊毛服装可通过缓冲面料和皮肤之间微气候的影响来保持更稳定的热舒适度，这一性能是有据可查的。
- 对于穿着贴身服装的运动员来说，代谢率降低对舒适度的影响可能是巨大的。身体必须利用储存的能量来产生热量以维持身体的核心温度。

Li, Y The Science of Clothing Comfort (服装舒适度的科学) , Text Prog 31 2001 p 55

- 人类依靠衣着来帮助调节体温，而羊毛比其他所有常见的服装纤维更有助于维持衣服和身体之间小气候的稳定性。

Li, Y. Holcombe B. V. and Apcar F., Moisture buffering behaviour of hygroscopic fabric during wear (吸湿面料在磨损期间的湿度缓冲方式) , Textile research Journal, 1992, 619-627.

- 保温和水蒸汽管理的两种特性是耦合的，可以通过独立或联合作用为羊毛产品用户带来一系列裨益

J. C. Barnes and B.V. Holcombe, Moisture Sorption and transport in clothing during wear (衣物在穿着期间对水分的吸收和输送) , Textile Research Journal, 1996, 77-786.

- 北卡罗莱纳州立大学四年的研究使今天的人们更好地理解了羊毛对穿着者有益的原因。Abedin, F.; DenHartog, E. The Exothermic Effects of Textile Fibers during Changes in Environmental Humidity: A Comparison between ISO:16533 and Dynamic Hot Plate Test Method. (纺织品纤维在环境湿度变化时的放热效应：ISO:16533测试方法与动态热板测试方法的对比) .Fibers 2023, 11, 47. https://doi.org/10.3390/fib11050047

Abedin, Faisal, and Emiel DenHartog. "A new approach to demonstrate the exothermic behavior of textiles by using a thermal manikin: Correction methods of manikin model." (一种通过使用暖体假人来展示纺织品放热方式的新方法：人体模型的修正方法) .Polymer Testing 128 (2023): 108195.

- 在活动阶段，纤维在感知的舒适度或温度感觉方面没有显著差异；
- 只有羊毛在整个休息阶段能维持舒适度，
- 热性能的差异是长期存在的，25分钟后各类纤维的表现仍各不相同。.

Abedin, Faisal, and Emiel DenHartog."Clothing impact on post-exercise comfort: skin-clothing physiology in transient environment." (服装对运动后舒适度的影响：瞬态环境下的皮肤-服装生理学) Ergonomics (2023): 1-17.

- 因此，诸如ISO 11092 (稳态条件下热阻和水蒸汽阻力的测量方法) 之类的织物测试方法无法有效区分由不同纤维类型制成的服装的热舒适性能。

J. Huang, Sweating guarded hot plate test method (出汗热板仪的测试方法) , Polymer Testing, Volume 25, Issue 5, 2006, p709-716

Garcia Torres E, Abedin F and DenHartog E. "Latent heat loss through fabrics during an alternate simulated work–rest sequence." (模拟工作-休息交替过程中织物的潜热损失) AATCC J Res 2024; 11(12):282–288.

Kedena Henriques-Thompson , Edgar Garcia Torres and Emiel DenHartog, "Dynamic behavior of textiles during multiple work– rest sequences." (纺织品在多个工作-休息序列中的动态特性) AATCC Journal of Research 2025, Vol. 12(5) 1–9

“羊毛受潮时仍能维持其保暖性能”

“我既不觉得冷，更重要的是，也不觉得热和出汗”

“它即使湿了，也能让你保持温暖”

https://road.cc/content/feature/merino-wool-cycling-kit-really-sustainable-290265

© February 2026 The Woolmark Company Pty Ltd. All rights reserved. GD5682