

科普 | 冰雪运动装备 | 竞技雪上运动中的纺织品

原创 刘泳庆 专业体育仪器器材 2021-12-27 16:47

前言

为了推动我国冰雪运动跨越式发展，帮助提高运动装备的研发和生产水平，服务于专业运动员及大众滑雪运动爱好者。在国家科技部科技助力北京冬奥项目的支持下，特面向自由式滑雪、单板滑雪、高山滑雪、越野滑雪等运动的头盔、眼镜、服装、雪鞋、雪板、固定器和护具等穿戴式装备，开展了各类装备工效评测方面的研究。

本专题旨在提炼以上运动装备工效评测的相关知识，为滑雪运动者提供选型和选用、研发与评测等用途的素材，为降低运动风险性、提高运动愉悦感，提升运动表现而服务。

体育工程 Sports Engineering

竞技雪上运动中的纺织品材料



从早期的记录中可以看出，滑雪在很大程度上是一种运输方式，纺织品的主要作用是保护人们免受各种因素的危害。然而，自19世纪初以来，这项运动的各个方面都有了巨大的发展。从第一届冬奥会开始到现在，竞技性高山滑雪运动快速发展，几乎每年都有记录被打破。这种不断上升的趋势导致FIS对国际比赛的服装实行严格的规定，以确保公平竞争和安全。比如，不合适的运动服装实际上会抑制跳台滑雪运动员的表现，尤其在飞行阶段时会降低他们的表现。空气动力学在雪上运动的所有学科中都发挥着关键作用，当风阻系数突然下降时，物体周围的气流发生变化，形成一个较窄的湍流尾流。降低风阻系数是竞技追求的目标。

在竞技运动中，服装设计重点从舒适转移到了运动表现性能。重量、空气动力学和人机工程学等因素开始变得越来越重要，而热缓冲成为次要问题。



高山速降



该比赛的目标是在穿越一系列旗门的同时以最快的速度到达赛道的底部，这需要技巧、力量和速度。滑雪服可以为后两项提供助力。虽然它不能使肌肉更有力量或更快地反应/触发，滑雪服可以适合比赛中使用的身体姿势。滑雪服甚至可以被设计成支撑比赛者所需的姿势，以减少能量的消耗。滑雪服可以帮助滑雪者的另一个方面是它们与空气的相互作用：滑雪服可以通过特殊的表面设计来帮助运动员减少空气中的阻力和摩擦。

高山滑雪运动服的主要作用：

- (1) 运动表吸纳-空气动力学和速度
- (2) 安全-碰撞/滑动保护

目前的比赛服是由尼龙和聚酯等人造纤维层压制而成。这些比赛服被设计成紧身的，以优化空气动力，并符合关于接缝位置和织物性能的具体规定。根据FIS (2012)的规定，一套比赛服可以和内衣结合在一起，在不拉伸的情况下，必须满足 $301\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的最低透气性要求。

从2014年冬奥会的的成绩来看，男子速降项目的金牌和铜牌的差距是0.09秒(0.079%)。与2012年伦敦奥运会男子100米决赛的成绩相比，第一名和第三名的差距为0.16秒(1.66%)。这清楚地显示了高山滑雪比赛的竞争力。因此，从任何方面获得的最小优势都可能意味着金牌和铜牌的区别。

跳台滑雪

现代跳台滑雪服装设计不是为了提供最大的空气动力学，而是为了远距离跳跃时提供一个安全的媒介。

跳台滑雪服的主要功能：

- (1) 减少跳跃距离
- (2) 创建一个更可控的飞行/稳定飞行

滑雪服的设计虽然考虑了空气动力学，但其厚度和渗透性的设计是为了确保这项竞争激烈的运动的安全性而采取的有效措施，这可以减少由于跳台滑雪运动员无法控制因素而造成事故。这些要求具有较强的针对性，并且不仅仅局限于运动员使用的设备和服装，还有关于运动员身体质量的规定，以及在FIS指定的身体质量指数阈值以下运动员的校正系数。这是由于体重不足的运动员可以获得竞争优势，但同时会存在极大的危险性。滑雪服的材料特性和设计与滑雪板、捆绑方式和其他与跳台滑雪相关的设备都有了明确的规定。

关于滑雪服和滑雪器材的规定意味着这项运动注重技术和运动能力。对空气动力学的理解导致了激进飞行姿势的发展，例如20世纪90年代，滑雪板是平行的，滑雪者会试图平躺在两个滑雪板之间。然而，这种极端的飞行姿势使得跳台滑雪者处于不稳定的位置。3m/s的一阵微风也可以引起空中翻滚。因此滑雪服的材料属性和设计与滑雪板、捆绑装置和其他与跳台滑雪相关的设备均被明确定义。

越野滑雪

越野滑雪在冬季运动项目中是独特的，因为它是一个马拉松式的比赛项目，而不是一个短距离项目。此外，它也是唯一一项对比赛穿的滑雪服和内衣没有限制的运动。有趣的是，在服装设计方面，它比其他奥运会滑雪运动的研究更少。尽管越野滑雪是一项相对缓慢的运动，平均速度为10m/s，但纺织品在优化越野滑雪运动员的表现方面仍发挥着关键作用。

越野滑雪服的作用：

- (1) 效率-空气动力学和易于移动
- (2) 保持最佳性能-防止长时间暴露在寒冷中

2014年索契冬奥会的结果显示了这项运动的竞争力。从最长的50公里比赛项目来看，第1名和第10名的差距为32.3秒，相差0.5%。

越野滑雪是一项具有高度重复性技术的运动，服装的透气性和表面粗糙度与阻力直接相关。由于越野滑雪者的服装在运动过程中是紧贴和拉伸的，在拉伸过程中织物的透气性增加。因此可以说，越野服装的外表面结构比织物的透气性起着更重要的作用，因为它使得从穿过织物表面的层流气流变成了湍流气流，改变了空气动力学特性。

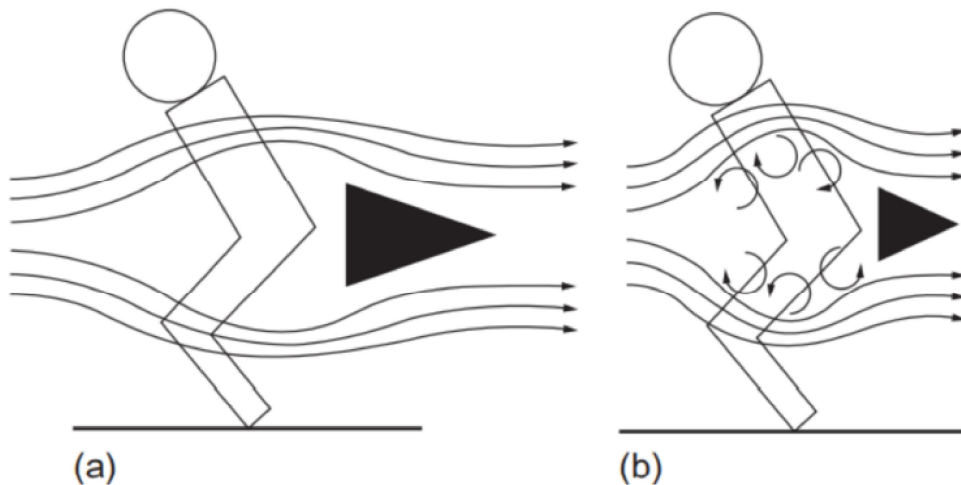


图 湍流边界层对滑雪服表面空气层流的影响

(A) 描绘了光滑的表面 (B) 粗糙的表面

另一方面，有限的研究焦点是赛服的热调节。研究表明，百分之一的微小差距就意味着第一名和第十名之间的差距，在追求胜利的过程中，任何潜在的热量节省都应该被考虑在内。研究表明，温度和运动员的表现之间存在关系：肌肉温度每下降1摄氏度，肌肉的性能下降4-6%。另外，研究表明，耐力运动的皮肤温度受环境温度的影响很大，温度必须保持在较低水平以消除出汗过程中的能量损失。此外，在运动过程中，核心温度的上升与皮肤温度和环境温度无关，并且核心温度也显示随着运动量的增加而成比例上升。因此，高山冬季的寒冷气候对于运动员的耐力是有利的条件，因为运动员的核心和肌肉温度会随着运动量的增加而上升。但是如果只是暴露在寒冷中，他们的皮肤温度会保持较低水平不会出汗。对于穿着现代竞技滑雪服的滑雪者来说，为了达到最佳状态，环境温度应该在+1到-4℃之间。如果比这个温度更低或者更高，在他们筋疲力尽之前温度下降的速度会变快，运动表现会受到影响。同样值得注意的是，比赛的最低温度是FIS规定的-20℃，而在比例尺的另一端，滑雪者可能经历5至10℃的温度，这使得滑雪服可能必须在30℃的范围内运行。因此，为了获得最佳表现，需要了解比赛环境条件和皮肤温度之间的关系。

用于雪上运动器材的纺织结构

纺织结构不限于服装，它们也进入了设备领域，特别是碳纤维增强复合材料和新型纺织结构等复合结构。诸如3D编织和定制纤维布局的方法意味着复杂结构可以用特定的几何形状和物理性质制造出来。

① 软结构

滑雪鞋垫经常被忽视，但是对于休闲和竞争性的滑雪者来说，它们是最重要的设备之一。休闲滑雪者平均每天要穿滑雪靴约8个小时，因此舒适度成为一个主要因素。而竞赛滑雪者一次只穿靴子1小时，其性能是关键要求，所以舒适性会被牺牲以增加其他性能，如刚度或滑雪控制。

滑雪靴包括一个坚硬的外壳，这是一个成形的塑料，提供了刚度和对脚踝/脚的支撑。它有两个功能：第一，它必须符合脚的形状，以防止脚/踝关节在滑雪时出现移动；第二，它必须提供舒适性，固定位置施加在脚上的压力会导致不适。此外，滑雪靴必须保护脚免受寒冷和潮湿。滑雪靴的外部处理防水，而内部提供热绝缘。



图 (a) 滑雪靴衬垫 (b) 不同层次的滑雪靴衬垫的横截面图
(c) 鞋舌的详细视图

② 轻型纺织增强设备

在过去的十年中，轻型结构的进步是相当可观的。由于它的通用性和机械性能，F1赛车使用了碳纤维结构的许多部件。纤维增强复合材料正开始取代雪上运动产业中很多传统材料。随着滑雪旅行的日益普及，对轻型结构的需求也在增加。这是一个复合材料领域，特别是玻璃和碳纤维，提供了相对于传统材料的优势。最近，碳纤维被引入滑雪领域。由木材、天然复合材料和碳纤维组成的夹砂结构已经被生产出来。碳纤维可以在一个特定的方向排列，以提供更大的硬度和强度，同时减

少所需的木材数量，从而减少滑雪板的厚度和重量。这使得它们成为理想的滑雪器材，因为雪板的宽度在增加的情况下，整体重量保持不变甚至减少。

复合材料已经进入的另一个滑雪训练的领域是比赛防护，比如在高山滑雪中使用的护臂和护腿。预浸渍复合材料使得纺织结构可以被建模成定制的形状，然后提供更大和更复杂的成形性以及定制性。



参考：<https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-229-7.00011-4>



文字编辑：刘泳庆
责任编辑：陈 骐

体育工程 Sports Engineering

编者寄语：

习近平总书记指出“要通过举办北京冬奥会、冬残奥会，推动我国冰雪运动跨越式发展，补短板、强弱项，逐步解决竞技体育强、群众体育弱和“夏强冬弱”、“冰强雪弱”的问题”。2019年3月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于以2022年北京冬奥会为契机大力发展冰雪运动的意见》，除对北京冬奥会、冬残奥会的备战作出部署外，还要求大力普及群众性冰雪运动，广泛开展青少年冰雪运动。国家工信部及体育总局等多部委联合发布的《冰雪装备器材产业发展行动计划(2019—2022年)》指出：以北京冬奥会为契机，开发大众冰雪装备器材，带动“三亿人参与冰雪运动”，加快推动冰雪装备器材产业高质量发展，为北京冬奥会成功举办、促进寒地冰雪经济发展和培育国内强大的冰雪消费市场提供有力支撑。

根据助力北京冬奥会、推动冰雪运动和产业发展的精神，在国家科技部科技冬奥课题的支持下，国家体育总局体育科学研究所体育工程研究中心面向雪上项目穿戴式运动装备的工效增强及工效评测技术展开研究，建立冰雪运动穿戴式装备的工效指标体系。研究成果，一方面可以服务于冰雪运动装备的制造、研发、设计以及标准化、检测检验、测量工作；另一方面，作为应用指南，服务于专业运动员及大众滑雪运动爱好者的装备型和评价，以及大众滑雪运动的装备选用科普等。课题组利用研究成果，遴选编辑以上装备工效增强和评测的知识，由合作单位提供微信排版和发布

等技术支持。敬请关注，提出意见建议。如有进一步合作意向，请与我们联系，邮箱：liuyongqing@ciss.cn

阅读 42

分享 收藏

赞 在看

写下你的留言