

服装的舒适性与功能

[美] L. 福特 著
N.R.S. 霍利斯
曹俊周 译



纺织工业出版社

服装的舒适性与功能

〔美〕 L.福特 N.R.S.霍利斯 著
曹俊周 译

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书把人体—服装—环境作为一个系统，从人体需要出发，全面研究服装及其材料的使用要求，从而对服装材料的服用性能研究和服装设计提供了科学依据。

本书在理论和实践上对服装的舒适性与功能进行了系统的总结。全书共分八章，包括服装功能的研究范围、环境对人体穿着的影响、如何增强服装对各种环境的防护能力和提高工作效率、服装和服装材料与舒适性有关的物理性能及测试原理、服装研究的总趋势和新发展等。

本书是一本专业面较广的理论著作，书末附有大量参考文献。可供纺织、服装、医学卫生、军需装备等专业的科技人员及大专院校有关专业的师生学习参考。

Clothing Comfort and Function

L. Fourn N.R.S. Hollies

服装的舒适性与功能

〔美〕 L.福特 N.R.S.霍利斯 著

曹俊周 译

纺织工业出版社出版

（北京东长安街12号）

保定地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张：8 12/32 字数：186千字

1984年4月 第一版第一次印刷

印数：1—8,000 定价：1.05元

统一书号：15041·1314

原 序

本书的目的在于对服装及服装功能方面的问题提出一个统一的观点。在写作过程中，与美国陆军纳蒂克(Natick)研究所的S.J.肯尼迪(Kennedy)博士和L.I.威纳(Weiner)先生，以及美陆军纳蒂克环境医学研究所的R.F.戈德曼(Goldman)博士开展了讨论，获益很大。他们每人都提供了参考资料和研究报告的复制本。早期，同A.伍德科克(Woodcock)博士和纳蒂克研究所的其他人员，以及同美国国家科学院、国家科学研究委员会(QM Advisory Committees)纺织品及服装生物物理学部的委员们所作较长时间的讨论，为完成本书奠定了基础。本书作者之一L.福特(Fourt)非常感激和怀念E.F.杜波依斯(DuBois)博士，他是康纳尔(Cornell)拉塞尔赛奇(Russell Sage)研究室的主任。他试制了“模拟出汗假人10号”。我们也怀念和感谢当时参加讨论的许多学者，特别是已故的M.I.科克兰(Cochran)夫人和华盛顿A型大楼(Tempo Building A)军需总监办公室(OQMG)的陆军少校、已故的P.A.赛普尔(Siple)博士。我们在从事服装和纺织品研究的整个工作期间，都曾得到肯尼迪和M.哈里斯(Harris)两位博士的大力帮助，对此特表示感谢。

我们大量地引用了以下几个单位的政府研究报告，这些单位是：马萨诸塞州(Massachusetts)罗伦斯市(Lawrence)美国陆军纳蒂克研究所的原气候研究室、莱特野战实

验基地 (Wright Field) 和诺克斯要塞 (Fort Knox) 的原气候研究室、海军医学研究所、美国陆军环境医学研究所以及加拿大和英国的实验基地和其他联邦机构。只要有可能,我们都引用了来自这些政府报告中已发表的论文;然而,我们并不总是能找到所引用的这些论文资料,凡是我们能找到的这些论文,都给出了美国政府报告AD号,以帮助查找这些报告的复制本。但是对过去的文献进行认真研究的学者,将有必要到一个建立时间较长的中心机构去查阅和参考图书馆里的报告或实验室文件。我们力图收集世界各国出版的有关文献,使用弗吉尼亚州 (Virginia) 查罗特斯维尔市 (Charlottesville) 纺织工艺研究所出版的《纺织工艺文摘》(“Textile Technology Digest”),以助于我们进行检索;另外,我们还亲自查阅了《医学索引》(Index Medicus) 和《纺织研究所文摘》(“Abstracts of the Textile Institute”),以及纳蒂克各实验室从1941年以来所有的有关文件资料。

此外,我们对于美国陆军纳蒂克研究所对本书部分工作的大力支持,表示感谢。

我们还要对允许引用其版权资料的许多图书杂志出版社表示感谢。许多新的引证将在使用之处加以说明。

L. 福特

N. R. S. 霍利斯

译 序

随着人们生活水平的不断提高，对服装的要求也产生了新的变化。过去，主要是讲究结实、耐穿；现在，人们对服装的欣赏和使用提出了更高的要求，既要款式新颖、穿着美观、大方得体，又要穿着舒适，全面考虑服装的功能。这对纺织品服用性能的研究提出了新的课题。

服装功能主要是研究人体—服装—环境之间关系的一门边缘科学。从人体需要出发，系统研究各种服装及其材料性能的使用要求，从而对服装材料的服用性能研究提供基础数据，对服装设计提供设计依据，以满足穿着者的需要，增强对各种环境的防护能力和提高工作效率。因此，在我国开展服装功能的研究工作，能更好地为四化建设服务，不仅具有重要的理论意义，而且还有更重要的现实意义。

世界各国学者为了达到军需、民用服装提出的各种要求，在这方面已进行了大量的研究工作，并设立了专门的研究机构，在高等院校还设置了专业课程。而在国内，至今尚未进行系统的研究，资料奇缺，译文亦很少见，这一现状给服装舒适性与服装功能的教学、科研和纺织品的生产、服装设计技术的进一步提高，带来了一定的困难。为此，我把福特（Lyman Fourt）、霍利斯（Norman R.S.Hollies）合著的《服装的舒适性与功能》一书介绍给读者，以便引起有关方面的重视，并为开展我国的服装功能与服装舒适性的研究工作提供一些有益的资料。

本书是纺织产品、服装设计、医学卫生、军需装备等专业的高等院校、科研机构的教学与科研方面的主要参考书之一。该书的两位作者都是长期从事这方面研究工作的著名专家。他们参阅了大量的文献资料，从生理卫生学、人类工效学、服装科学、纺织材料学各个领域，在理论上、实践上进行了系统的整理，综合反映了这门学科的现代科学成就。该书早期是作为美国政府内部的出版物，是美军军需研究工作从第二次世界大战以来的工作总结，1970年才公开发行，1972年日文译本也相继出版。本书是根据英文版本并参考了日文译本译出的。

在本书的翻译过程中，曾得到有关专家的大力协助，参加审校本书有关章节的有夏正兴、何明籍、宋增仁、周润华等同志。在此，谨致衷心谢意。

由于译者水平有限，本书研究范围所涉及的专业面又广，译文的缺点和错误在所难免，敬希各界专家批评指正。

译者

1983年8月

前 言

自纽伯夫 (Newburgh) 的经典著作《热调节生理学和服装科学》(The Physiology of Heat Regulation and the Science of Clothing) 出版以来, 又有了大量的新成果, 从而使服装舒适性和服装功能方面的基础知识大大地增长了。编写本书是为了把最近有关服装舒适性方面的新工作、特别是由美国陆军纳蒂克研究所主持进行的工作汇编成册, 并对这一时期中已经发表的有关服装舒适性的其他论文和报告加以综述。我们认为只有使这一领域的所有研究人员都能对服装科学知识的现状有一个统一的认识, 才会有助于在这方面取得更大的进展。

自纽伯夫的著作发表以来, 所获得的新知识主要是提出了有关表示服装系统传递蒸发潜热能力的简便方法。这些新的测量指标与常规的服装隔热单位克罗 (clo) 值结合起来使用, 提供了一套用术语来描述服装舒适性的独特方法, 该术语对在模拟的或实际的野外情况下预测服装的舒适性是很方便的。在这些方法的开发利用上, 我们特别感谢美国陆军环境医学研究所的 A. 伍德科克博士。

这本专著的发行, 对了解以前的研究人员在服装科学上所作的重大贡献提供了机会。在这么多人员中间, 我们要感谢的有: 美国陆军研究局已故的 P. A. 赛普尔博士, 美陆军气候研究所前任所长、匹兹堡大学的 H. S. 贝尔丁博士, 国家科学研究委员会服装生物物理学部主席、加利福尼亚大学的

S.M.霍威斯博士,英国国防部前任陆军人员研究处的E.T.里伯恩博士,美国陆军环境医学研究所的军事工效学研究所的R.F.戈德曼博士和J.R.布雷肯里奇先生等。

我们衷心地希望这本专著的出版,将能进一步促进服装研究工作的开展,从而有助于了解对服装舒适性和功能方面进行重要改进时的基本要求,这对军需和民用都同样是有利的。

S.J.肯尼迪

马萨诸塞州纳蒂克市美陆军纳蒂克研究所
服装和个人生命保证装备研究室主任

封面设计：黄 虹

责任编辑：岳秀枚

科技新书目：70—39

统一书号：15041·1314

定 价：1.05元

目 录

第一章 服装研究涉及的因素	(1)
一、舒适需要的热平衡.....	(1)
二、当前的研究范围.....	(2)
三、广义的舒适性概论.....	(3)
四、舒适性的非热感觉部分.....	(6)
五、用于描述环境、服装、人体三大要素的量和单位.....	(8)
六、环境的区划与相适应的服装.....	(28)
七、舒适或应激的生理学指标.....	(34)
八、服装问题的概算要素.....	(35)
第二章 服装作为与人体相互作用的一个系统	(39)
一、作为准生理学系统的服装.....	(39)
二、服装中的空气层及其变化.....	(39)
三、服装与人体的自动相互作用.....	(51)
四、服装与生理学温度调节相互作用的有意识控制.....	(57)
五、使用辅助装置调节服装内温度.....	(57)
六、服装功能的一般描述.....	(57)
七、水分明显蓄积的过程.....	(63)
八、身体运动的影响.....	(64)
九、风的影响.....	(65)
十、有意识的调节作用.....	(66)
十一、辐射关系.....	(66)

十二、总结：服装功能的描述及其调节·····	(67)
第三章 服装是一种材料的结构集合体·····	(69)
一、服装适应人体各部位而变化·····	(69)
二、对比性服装——设计的可能性·····	(69)
三、曲率的影响·····	(73)
四、四肢和躯干部位间的关系·····	(73)
第四章 服装中热和湿的关系·····	(75)
一、服装系统中研究热、湿交换的方法·····	(75)
二、服装穿着中的热、湿因素·····	(77)
三、模型系统·····	(82)
四、穿着服装的人体试验·····	(88)
五、服装材料的热、湿传递性能·····	(93)
六、空气的热、湿传递性能·····	(98)
七、间隔问题可扩展的范围·····	(103)
第五章 服装的生理学试验和现场穿着试验·····	(105)
一、主观条件与人的因素的重要性·····	(105)
二、用人体试验作为服装测量的方法·····	(106)
三、需要作人体试验的服装测量系统·····	(108)
四、服装隔热保暖性能的生理测定和物理 测定的比较·····	(123)
五、人体试验的方法·····	(123)
第六章 服装和服装材料与舒适有关的物 理特性·····	(134)
一、热传导性和热阻·····	(135)
二、水蒸气的扩散阻力·····	(143)
三、水分在服装材料中的传递·····	(146)
四、保水性能·····	(150)

五、服装材料的厚度·····	(154)
六、织物的表面特性·····	(159)
七、孔隙度与透过率的特性·····	(168)
八、拒水性和拒油性·····	(172)
九、服装材料的辐射热交换·····	(175)
十、服装材料的可燃性·····	(184)
十一、硬挺度(刚度)和弯曲特性·····	(185)
十二、服装的合身程度与织物的剪切性能·····	(188)
十三、织物的滑移特性·····	(190)
十四、静电性·····	(192)
十五、有内部空气层的服装·····	(195)
第七章 各种纤维材料在舒适性方面的差别·····	(197)
一、纤维差别传统的和一般的看法·····	(197)
二、用不同纤维织制相似织物的尝试·····	(198)
三、与纤维类型明显有关的除热性能以外 的其它性能·····	(201)
四、使用新纤维时纱线和织物设计的概念·····	(204)
五、服装织物中纤维差异的感觉研究·····	(204)
六、不同纤维的织物在性能上的差别·····	(208)
七、异常应激环境使用的特种纤维·····	(211)
八、纤维利用量的趋向·····	(212)
第八章 服装研究的总趋势和新发展·····	(215)
一、新材料和新的整理方法·····	(215)
二、新技术·····	(216)
三、新概念·····	(218)
附录: 单位换算表·····	(220)
参考文献·····	(222)

第一章 服装研究涉及的因素

一、舒适需要的热平衡

杜波依斯 (DuBois) ^{〔123〕} 和 伯顿 (Burton) ^{〔75〕} 曾详细地叙述了一个众所熟知的概念，即人要能够舒适地生活是取决于他自身产生的热量和向环境散失的热量之间能量交换的平衡。这个能量平衡必须保持在人体对热和冷的耐受限度之内。身体和环境之间的热平衡由于衣服的介入会有所改变。衣服从一方面看是环境的一部分，但从另一方面来说，又可把它看作是身体本身的扩展或延伸。在冷天和温和的气候条件下，或在热的气候环境里穿着衣服时，衣服的温度，特别是里层的、贴身内衣的温度可随同衣下皮肤温度的高低而升降。衣服可以随主观的意愿来选择和调节，以保证舒适或至少尽可能在逆境下使人体得到保护。

肯尼迪 (Kennedy) 等人 ^{〔258〕} 曾讨论了士兵服装的三个互相联系的要素：材料的性能、服装设计、人体及精神因素。上述讨论已形成一种思想，即：服装、人体及其生理学、环境这三者，正象一把椅子的三条腿对其稳定性是缺一不可的一样。的确，在地球上大多数人居住的环境里，单从人体生理学的限度来看，不穿衣服的人是不能长期生存的。本书讨论中将强调这一观点，即服装同人体生理学是密切相关的。服装的功能除了特殊和有限的环境外，完全是适应人体需要的。

二、当前的研究范围

研究的重点是服装同身体热平衡的相互作用。它包含两个部分，一部分是由于温度差（“显热”“Sensible heat”）所决定的热量交换；另一大部分是由蒸汽压力或水蒸气含量之差（“潜热”“Latent heat”）所控制的身体总的能量交换。在服装的热湿关系的讨论中（见第四章），将说明控制这两种主要类型的能量交换的原理是一种复杂的相关系统，而不是两种独立的或平行的关系。一定能量（以千卡计）可以部分地由于皮肤上的蒸发而从皮肤传到环境，但是水蒸气可以在服装里凝聚而导致能量按其它方式如“湿热”而传入。只有当皮肤感到比较凉并有极少汗水的时候，能量的传递确实只是单纯由于温度差所引起的。在这种冷的条件下，穿着衣服对人体来说是最重要的；因此，历来就强调了服装的单纯热学性能。幸而身体汗腺能够提供相当大的蒸发冷却作用，甚至在很不舒适的条件下，如在很热的气候下和穿着过多的衣服时，人体都是能够适应这种情况的。

除人体与服装的相互作用之外，还要考虑到服装对太阳、风、雨、湿草地和在水中浸泡的防护功能，以及对燃烧、火焰、炼钢工厂和玻璃烧制的高温作业环境，甚至核爆炸的热脉冲（heat pulses）的防护都包括在内，因为在这些条件下，一般性的服装都能起到明显的防护作用。我们将不研究由于辅助的能源使服装变热或变冷，虽然这些方法能够较大地扩大人体的功能范围。事实上，我们集中讨论的是普通服装，即士兵和海员穿着它能够机动地执行任务；探险家、猎人、农民穿着它能够在野外工作，老百姓穿着它能够愉快地生活。

除了上述谈到的之外，还应考虑到服装的强度、耐用

性、耐磨性、穿着寿命以及所有服装的风格和流行款式。然而，其它民族的、时代的、地区性的服装款式风格，对完成功能性设计方案都具有指导意义。有关历史的和地区的服装式样研究中的一些实例将在第三章里论述。这些研究把服装看作是一些材料的结构组合，还有其它一些观点。但是几乎完全未考虑到外观性能，如“良好压烫性”、“防皱性”和“平滑性”。有关这些因素将间接地归入在第六章织物的表面特性里考虑，它们与用不同纤维得到同类型织物方面遇到的困难有关，这是鉴别纤维之间性能差别的主要问题之一（见第七章）。服装的这些讨论是从实用性和功能的观点出发的，而不是从外观或流行的款式或历史的或民族服装的风格等方面来讨论的。

其它方面，如皮肤由于纤维、染料或整理剂或服装同皮肤的接触摩擦及湿织物对皮肤的妨碍所引起的刺激和皮炎等问题也未予考虑（好在都不常发生）。还有杀菌剂、防霉和防蛀整理剂以及纤维对紫外线老化的防护整理等问题，也不在讨论之列。织物的清洗和它的消毒，防止疾病的传染等都省略了。虽然服装卫生和个人保健等某些方面是在试验时应特别注意的，而且在这些试验中不同的试验课题要求穿着特制的服装。适应的方法取决于试验的项目和研究的问题；服装穿着试验的生理卫生学问题，将在第五章中讨论。

三、广义的舒适性概论

（一）安静时的舒适性和工作时的舒适性

许多退休人员和居民、大多数在办公室工作和做其它工作的人，都追求“安静时舒适”或“休息时舒适”的条件。温斯洛（Winslow）等人⁽⁴⁵⁸⁾在1939年，加吉（Gagge）等

人⁽¹⁶⁸⁾在1967年把“舒适”或“愉快”和“热适中”(thermal neutrality)之间的差别给以区分,但发现这两个主观划分的标准在几乎相似条件下又重合在一起了。他们用少数不舒适的和多数舒适的标准来测定不穿衣服的受试者,结果表明对于热感觉的适中心,空气温度是处于从28℃到30℃(82°F到86°F)的范围内。

……在这里不包含出汗、血管收缩和血管扩张的温度调节作用。不舒适感觉的增加速度,随着环境温度低于28℃时要比高于28℃时快得多,而热敏感性则向适中的环境温度(neutral ambient temperature)的每一边迅速偏离。另一方面,不舒适性在变冷的条件下与平均皮温下降有密切关系,而在热环境下,就与增加出汗量有密切关系。……

结论是……适用于那些稳定状态及非稳定状态,即当人们从舒适到不舒适,从适中到冷,以及从适中到暖和的情况,或是由于冷或热的原因而产生逐渐不舒适的情况。这一变化向逆方向进行时,即从不舒适到舒适,从热到适中或冷,从冷到适中或暖和,人的感觉反应不再遵循上述的简单模式⁽¹⁶⁸⁾。

温斯洛及加吉等人观察到的结果,是从人在坐着休息、不穿衣服的条件下所得到的。在进行运动时,衣服能改变冷时舒适的范围。在热的环境里,运动会增大出汗量,轻薄的衣服将会湿透(若是防水织物,汗水会附在衣服的内表面上),蒸发将要增加,力图恢复热平衡,避免体温继续升高或能量的积蓄。干活、玩网球、玩手球的人,出汗时感到非常舒适——对受试者来说,运动时的舒适标准与静止时的舒适标准是不同的,这有待于从生理学和心理学方面进一步研究^(245, 407)。加吉等人⁽¹⁶⁹⁾测定了运动时的适中心和舒适范围,是在皮肤湿到65%的时候。目前我们认为:静止或休息时的舒适标准是在一定皮肤温度下身体既不感到冷,也不感到