

形状记忆合金在纺织业应用的研究进展

刘晓霞¹, 胡金莲²

(1. 上海工程技术大学 服装学院, 上海 200336; 2. 香港理工大学 服装与制衣学系, 香港)

摘 要 综述形状记忆合金在各种花式纱线、动感织物中的形状记忆效果, 在各种功能织物中的应用。

关键词 形状记忆; 合金; 织物; 纺织

中图分类号: TQ 343.2 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2005)06-0130-03

Advances in development and application of shape memory alloy in textiles

LIU Xiao-xia¹, HU Jin-lian²

(1. College of Gament, Shanghai University of Engineering Technobgy, Shanghai 200336, China;

2. Institute of Textiles and Clothing, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China)

Abstract An overview of the shape memory alloy addressed its shape memory effect in fancy yams and kinesthetic fabrics and its application to functional textiles.

Key words shape memory; alloy; fabric; textile

历史上的形状记忆材料一直用于生物医学和工程。形状记忆材料主要包括形状记忆合金、形状记忆聚合物和形状记忆陶瓷。这些材料在纺织上的应用刚刚开始, 其中形状记忆聚合物主要集中在功能性方面如免烫整理、透湿性、绝缘性、保暖性等, 而形状记忆合金主要集中在美学方面如具有形状记忆效果的各种花式纱线、面料、服装和装饰织物和功能性方面如绝缘服、医用器官等。本文主要论述形状记忆合金在纺织业的研究进展。

1932年, 瑞典人奥兰德在金镉合金中首次观察到“记忆”效应, 即合金的形状被改变之后, 一旦加热到一定的跃变温度时, 它又可以变回到原来的形状, 人们把具有这种特殊功能的合金称为形状记忆合金。记忆合金的开发迄今不过 20 余年, 但由于其在各领域的特效应用, 被世人所瞩目, 被誉为“神奇的功能材料”^[1,2]。

迄今为止, 研究和应用最普遍的形状记忆合金是镍钛合金。如镍钛形状记忆合金在温度升高时, 具有大的形状回复率和高输出能量密度, 使镍钛形状记忆纤维可作为胸罩的托架, 当温度升高(从室温到体温)时, 胸罩回复到预设最佳的形状以提供最优美的身体曲线、舒适感和弹性。同理, 镍钛合金纤维植入婚纱可使衬裙更挺括, 而且可以折叠、方便储存和运输, 在使用前, 只需用电吹风吹一下, 就可获得

理想的造形。利用与胸罩托架相同的原理, 镍钛形状记忆纤维还可应用于演出服装。

1 形状记忆合金纱线

1.1 合金纱加工

形状记忆金属首先被加工成 0.10~0.30 mm 的细丝以供纺纱, 然后金属丝与不同的纤维组合并通过不同的工艺生产出各种纱线, 主要为单丝纱和各种包缠纱。形状记忆合金在包缠纱中主要用作纱芯。在纺纱之前, 金属丝需要在极高的温度加工 4 h 左右以获得形状记忆功能^[3]。

形状记忆纤维可纺成具有各种外观的花式纱线。如苏格兰 Herior-Watt 大学纺织学院的 Chan 等在 Gemmel and Dunsnone 花式包缠纺纱机上, 将金属丝纱线从一组牵伸罗拉喂入机器, 作为芯纱被加捻或包缠。通过改变计算机程序, 控制罗拉中纱线的位置, 生产出品种繁多的花式线^[4]。各种纱线组合需要的加捻程度不一样。设计捻度时, 需要考虑 2 个因素, 一个是金属丝的覆盖, 一个是纱线要适合于终端用途。纱线可纺成各种线密度, 并可与粘胶、金银丝、Tencel、羊绒、合成纤维混纺。为了覆盖金属丝以及避免纱芯被挤出, 包缠纤维线密度要低。

1.2 合金纱形状记忆效果

形状记忆合金纱可设计出各种艺术效果。纺出

的纱线有雪尼尔线、螺旋花式纱、竹节纱、粗松螺旋花线、花圈线等。图1为几种形状记忆合金花式纱线,展示了纱线的艺术效果。

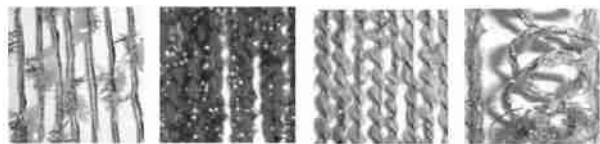


图1 形状记忆花式纱线

动感是形状记忆效应的基本特征,光折射与动感相结合的构想促使具有视幻艺术效应的纱线产生。精致与粗犷的变化,色彩的深浅变化,表面粗糙与光滑的配合以及捻度的变化增强都可增强形状记忆效果。某些花式纱的形状记忆特征隐藏于其结构中,当纱线受激发而打开结构时,特征即显现出来。

纱线的形状记忆特征表现为在不同温度条件下有不同的形状特征。如常温下形状记忆纱芯为直线,当温度上升到转换温度以上时,由于纱芯回复到原始螺旋形状而使纱线变成明显的螺旋状。这归因于形状记忆合金的马氏相态转换。

2 形状记忆合金织物

在服装工业中记忆合金最早被用在文胸内起托垫保形作用。这种托垫在冷水中可任意洗涤,而带在身上因体温而回复原状,同时仍有很强的弹性。随着技术的不断进步,形状记忆合金在纺织上的应用越来越多。

2.1 机织物

形状记忆织物可在普通织机上织造。在织造过程中,金属丝经纱的张力要保持均匀。织机上经纱上下开口运动,所受的张力不能过大或过小,否则会引起织造过程的经纱断头。织物通过不同的织造工艺配置与形状记忆花形设计相结合,可增强形状记忆效果。如每英寸经纱数不同形状记忆效果的花纹和表现也不同;筘齿的穿法不同也可在布面产生稀的或密的织纹。

形状记忆织物在条件激发下,借助于组织结构的变化可获得三维结构。试样在通常情况下,为定型的平整二维结构,当受激发时试样可模仿凸起、起皱与膨胀,展现形状记忆效果。

图2为一种形状记忆机织物,是一种以褶皱的形式构成的三维管状双层组织式



图2 形状记忆机织物

样。当形状记忆材料受温度感应激发时,这些褶皱的管闭合,因而织物收缩;而当温度返回时,织物则回复定型的形状。

2.2 针织物

与传统纱线不同,金属丝仅仅在相当大的压力下才表现出弹性。由于缺乏延展性以及针织时纱线易于变形,不可能编织较复杂的结构^[5]。因此,考虑采用最适当的方式将金属丝局部加入针织结构中。赋予织物形状记忆效果后,从静态变成动态,产生“活”的效果。

图3为一种形状记忆针织物。它利用了不同位置所采用的形状记忆材料受激发时响应速率的不同,因此这种织物有环绕人体移动的视觉效果。织物还可设计成双重颜色或质地。形状记忆效果被激发时引起结构打开,展现



图3 形状记忆针织物

出里面一层的颜色或质地;而闭合时显现表面一层的颜色和质地。形状记忆织物三维效果可运用于服装设计。具有形状记忆效果的织物局部应用于服装,产生新的服装表现形式。这种服装从静态向动态变化,且展现出多维形态的变化形式。服装即使放在橱窗里,没有人体模特穿着,也能有动感效果。

3 形状记忆功能织物

3.1 形状记忆绝缘织物

在英国防护服装和纺织品机构研制的防烫伤服装中,镍钛合金纤维首先被加工成宝塔式螺旋弹簧状,再进一步加工成平面状,然后固定在服装面料内^[6]。该服装表面接触高温时,形状记忆纤维的形变被触发,纤维迅速由平面状变成宝塔状,在两层织物内形成很大的空腔,使高温远离人体皮肤,防止烫伤发生。这类在夹层中加入形状记忆纤维从而产生空气缝隙的面料由于赋予极佳的绝缘性,还可提供适于极地环境穿着服装的保暖性。

图4为形状记忆绝缘织物激发器结构。在英国皇家海军作战服中,弹簧的一端连接到内层的绝缘片,而另一端连接到外层的传导片。形状记忆合金的特性需要热能来激发,热能也通过合金传导到内层面料从而靠近皮肤,因此需要在内层面料加一块绝缘片与弹簧连接。同理为了加强外面的热向弹簧外端传递,在外层面料与弹簧之间加装一块传导片。

这种织物可用于消防、封闭装置中驾驶员的服

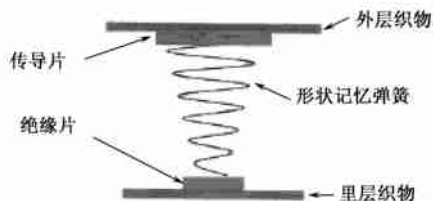


图4 形状记忆绝缘织物激发器结构

装,如坦克驾驶员以及暴露于酷热下的人们。它的另一个功能是环境调节,即反向使用可使热量不散失。随着温度下降,织物分开而增加空气缝隙和热绝缘性。

3.2 形状记忆结构器官织物

美国专利公开了一种形状记忆结构器官的整体织造方法。采取整体机织的方法形成直的或波浪形的结构器官,当形成织物时结构器官为直线形,但它可转换为记忆中的波浪形状^[9]。

由纤维材料经针织或机织而成的管状织物,已被用于修复损坏的人体管状器官,如被损坏的血管结构。不健全的病人、损坏的血管结构以及其它人体管状器官都能用这种移植方法治疗。将波浪形形状记忆金属丝织入织物中,使金属丝记住其波浪形状。经过形状记忆转换引起波浪形金属丝器官变直,然后变直的金属丝经过形状记忆转换又可回复记忆的波浪形状。这种机织物可用于移植组织,在其它方面也有用。

3.3 聪明衬衫

意大利一家公司新近用形状记忆合金纤维织造出一件在炎热的夏天会自动把袖子卷起来的聪明衬衫。这种衬衣使用镍钛记忆合金纤维和锦纶混织而成,比例为5根锦纶丝配1根镍钛合金丝。当周围温度升高时,形状记忆纤维被激发,衬衣的袖子会立即自动卷起。该衬衣不怕起皱,即使揉成乱糟糟的一团,用吹风机吹一下,马上就能复原,甚至人的体温也可以自动把它“熨平”。此外,它还可以水洗、不易引起皮肤过敏。但由于含有合金纤维,衣服不可避免地带着一些金属特有的灰色调^[7,8]。

3.4 表面波智能移动

镍钛记忆合金纤维形成的激发装置可织进四周围住液体的顶部织物中。它可使其表面的个别点在纵横两个方向同时协调运动,从而产生周期性的表面波。这种激发装置可使卧床不起的病人从床上移动到椅子上或在椅子与卫生间之间移动,而不需体力或外部作用^[9]。

3.5 其它功能

利用其形状记忆效果,形状记忆织物还可以增加外观变化,达到美观和提供某种功能(如透气、凉爽)的目的。例如,形状记忆纤维制作的窗帘布可以利用温度的变化调节室内的环境。如果室内的温度低于一定值,织物就会自动关闭,它就像一个绝缘体从而保持室内的温度。相反,如果室内的温度高于一定值,具有形状记忆结构的织物自动打开,从而允许空气自由流通,室内进行降温。所以可以用形状记忆的织物做百叶窗,这种特殊设计编织的具有形状记忆的织物对日晒非常敏感,白天百叶窗可以自动调节阳光的进入量,晚上百叶窗自动关闭。具有形状记忆的百叶窗能够控制室内的舒适温度和避免强烈日光对人体视力的影响。

4 结束语

形状记忆合金在纺织业的应用才刚刚开始,许多方面如纤维加工、纱线生产、织物织造等尚需要进一步研究探索。形状记忆合金的特性使其在功能上能满足某些特殊需求,在织物外观上给人们较大的视觉冲击——动感、变化。随着研究的不断深入以及加工技术的不断提高,形状记忆合金将在功能织物和装饰织物方面发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 刘岩.神奇的形状记忆合金[EB/OL].<http://www.cas.ac.cn/html/Dir/2002/06/18/7944.htm> 2002-06-18.
- [2] Hodgson D E, Biemann R J. Shape memory alloys[M]. California, USA: Shape Memory Application Ins. 1999.
- [3] David Congalton. Shape memory alloys for use in thermally activated clothing[M]. Colchester, UK: Defence Clothing & Textiles Agency, Science & Technology Division.
- [4] Chan Y Y F, Winchester R C C, Wan T Y, et al. The Concept of aesthetic intelligence of textile fabrics and their application for interior and apparel[M]. Scotland, UK: School of Textiles, Heriot-watt University.
- [5] Rachael C C, Winchester, George K Stylios. Designing knitted apparel by engineering the attributes of shape memory alloy[J]. International Journal of Clothing Science & Technology, 2003, 15(5):359.
- [6] Greenhalgh. Method of forming a woven textile[P]. 美国专利, US 6164339, 2000-12-26.
- [7] <http://www.smarwire.com/product-c.html>.
- [8] <http://www.dawn.com/2001/07/26/int8.html>.
- [9] Asada. Surface wave distributed actuator system[P]. 美国专利, US 5953773, 1999-09-21.