

# 防电磁辐射纺织品测试方法与仪器研究

张丽娟

(唐山学院 时尚设计系, 河北 唐山 063000)

**摘要:** 对防电磁辐射纺织品的测试方法及测试仪器进行了研究。详述了网络分析仪、纱线架、织物架、法兰同轴支架的选择与设计,通过对法兰同轴防电磁辐射测试仪进行合理的改进,实现了防电磁辐射纺织品屏蔽效能测试的简单快捷反应机制,并为防电磁辐射纺织品的设计与开发提供了基础与技术支撑,最后根据存在的不足对防电磁辐射纺织品测试仪的进一步研发提出了展望。

**关键词:** 电磁辐射; 防护服; 测试; 屏蔽效能测试仪; 织物架; 纱线架

中图分类号: TS101.921.9

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)07-0057-02

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.07.018

## Testing method and instrument of anti-electromagnetic radiation textiles

ZHANG Lijuan

(Tangshan University Fashion Design Department, Tangshan 063000, China)

**Abstract:** The testing methods and test instruments of anti-electromagnetic radiation textiles are studied. Through the reasonable improvement of the flange coaxial anti-electromagnetic radiation tester, the simple and quick reaction mechanism of the anti-electromagnetic radiation textiles shielding effectiveness test can be realized, and the premise and technical support are provided for the design and development of the anti-electromagnetic radiation textile. Finally based on the existing problems of the anti-electromagnetic radiation textiles tester, prospects are proposed for further research and development.

**Key words:** electromagnetic radiation; protective clothing; testing; shielding effectiveness tester; fabric frame; yarn frame

电磁辐射是继工业“三废”之后危害人们身体健康的“第四大污染源”,所以在高电磁辐射场所作业人员穿着的服装应具有防电磁辐射功能。如何评价织物是否具有屏蔽效果以及屏蔽效果的好坏是研究人员关注的重点。

国内外防电磁辐射织物屏蔽效能的测试方法主要有远场法、近场法和屏蔽室测试法三大类<sup>[3-4]</sup>。远场法主要用于测试防电磁辐射织物对电磁波远场(平面波)的屏蔽效能,包括 ASTM-ES-7 同轴传输线法和法兰同轴法两种测试方法<sup>[5-6]</sup>;近场法主要用来测试抗电磁辐射织物对电磁波近场(磁场为主)的屏蔽效能,包括 ASTM-ES 一双盒法和改进的 MIL-STD-285 法两种测试方法;屏蔽室法既非远场亦非近场而是介于两者之间的方法。目前防电磁辐射纺织品发展快速,但屏蔽效能测试方法却没有统一的标准,测试结果没有可比性,产品的性能难以得到科学和合理的验证。因此,研究防电磁辐射纺织品的电磁屏蔽效能测试方法,建立客观统一的评价标准迫在眉睫。

## 1 表征织物电磁辐射屏蔽效能的指标

表征电磁波辐射屏蔽性能的指标是屏蔽效能  $SE$

(Shielding Effectiveness),单位为 dB(分贝)<sup>[1]</sup>,屏蔽效能的计算式见式(1):

$$SE = 10\log(P_1/P_2) \quad (1)$$

式中: $P_1$ ——有屏蔽材料时的接收功率;

$P_2$ ——无屏蔽材料时的接收功率

如果接收器的读数以电压为单位,则屏蔽效能的计算式见式(2):

$$SE = 20\log(V_1/V_2) \quad (2)$$

式中: $V_1$ ——有屏蔽材料时的电压;

$V_2$ ——无屏蔽材料时的电压值

在 30~1 000 MHz 频率范围内,对于大多数电子产品,屏蔽材料的  $SE$  至少达到 35 dB 以上才有充分的屏蔽效果。屏蔽效果受频率影响很大, $SE$  在 30~60 dB 的屏蔽效果便可供实用<sup>[2]</sup>。

## 2 防电磁辐射测试仪的设计与组装

根据电磁防护用纺织品的基本要求,本文对法兰同轴测试仪的同轴形状和构造进行了改进。该织物防电磁辐射测试仪主要由网络分析仪、衰减器、试样夹具等组成,结构简单,操作方便。其不需要建立昂贵的屏蔽室及其他辅助设备;测试过程中能量损失小,测试的动态范围较宽,最高可达 80 dB;被测材料的厚度最薄为 5 mm,要求厚薄均匀。

### 2.1 网络分析仪的选择

收稿日期: 2017-11-09

基金项目: 石家庄市科学技术研究与发展计划课题(07919501A-5)

作者简介: 张丽娟(1982—),女,讲师,主要从事服装材料与功能研究。

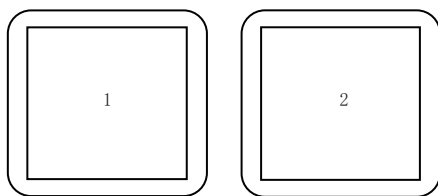
研发的防电磁辐射测试仪是针对日常生活中所用防电磁辐射织物进行测试的,根据防电磁辐射织物的测试要求,以及日常生活环境中电磁辐射的强度,选择了PNA3621型网络分析仪。PNA3621型网络分析仪可实现传输测量、反射测量、时域故障定位等功能。在测试织物防电磁辐射性能时,其既可提供不同频率的电磁波入射源,又能自动检测电磁波的反射、透射,并自动进行扫频跟踪,通过检测试样的反射率、透过率,最后求出样品的电磁波吸收率。

### 2.2 法兰同轴装置的改进

在航天工业行业标准中关于平面材料屏蔽效能测试装置的基础上,对法兰同轴进行改进。

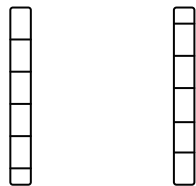
#### 2.2.1 纱线架的研制

本文研制了一方形且四边具有凹槽的样品架,用来缠绕模拟试验用的纱线,其纱线支架见图1和图2。



1-压片 a; 2-压片 b

图1 纱线架正视图



(a) 压片 a (b) 压片 b

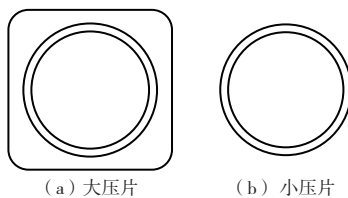
图2 纱线架侧视图

由图1、2可知,该试样架是由厚度相同的两块方形压片组成,在其四边上均匀分布着200个凹槽,用以握持纱线使其定位,进而保持试验对防电磁辐射纱线的密度要求。

#### 2.2.2 织物架的研制

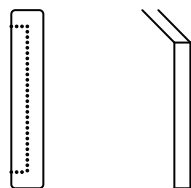
为能将质地较软的织物既平整又方便地放入测试装置中,本文设计研发了一个支架来支撑试样,见图3、4。可知,支架由配套的厚度不同的大压片和小压片组成。测试时,需将待测织物剪成相应直径的圆形,放入大压片圆环形凹槽中,再将小压片放入凹槽压在织物上,从而将质地柔软的织物平整地撑起。测试时将放有试样的织物架放入改进后的法兰同轴中截面凹槽

中,改进后的法兰同轴示意图见图5。



(a) 大压片 (b) 小压片

图3 织物架压片正视图



(a) 大压片 (b) 小压片

图4 织物架压片侧视图

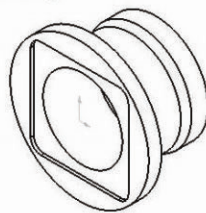


图5 改进后的法兰同轴示意图

#### 2.2.3 法兰同轴接口的改进

为实现测试仪器组装的方便性及应用的大众化,将同轴接口改为标准的N型接口,最终完成同轴与网络分析仪的顺利连接。

### 2.3 法兰同轴装置支架的设计

法兰同轴测试装置为铜制,质量较重,考虑到测试的方便性,设计一个支架来支撑该装置,其结构见图6。支架的右半部可以沿导轨移动,左半部固定。测试时,将法兰同轴测试装置放在支架上,只需移动支架右半部的两个支板,便可移动装置的右半部分,从而更换试样。

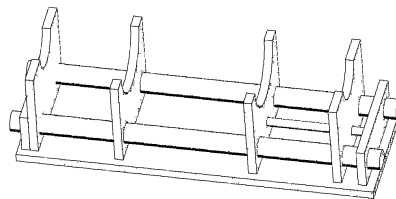


图6 法兰同轴支架

### 2.4 衰减器

衰减器对通过它的微波能量进行衰减。为了固定传输系统内传输功率的电平,传输系统内必须接入衰减器,通过衰减器,对微波能量进行定量的衰减。

☞(下转第64页)

经过与会领导和专家认真、细致的讨论,对标准中技术内容进行了部分调整和修改,一致审定通过了两项标准,同意将修改后的标准材料作为报批稿上报。

《绿色设计产品评价技术规范 丝绸制品》是纺织行业第一个绿色设计产品评价标准,由万事利集团有限公司、中国纺织经济研究中心、中国丝绸协会、东华大学等共同起草编制。该标准的制定对于完善纺织工业绿色制造领域标准体系建设具有重要意义,对于丝绸行业运用生命周期理论,开展绿色设计产品评价具有指导作用。

《废旧纺织品再利用短纤维》由广德天运新技术股份有限公司、安徽农业大学、温州天成纺织有限公司、中国纺织经济研究中心等单位共同起草编制。该标准规定了废旧纺织品再加工短纤维的定义、性能、分类、规格、质量和检验方法等内容,对于规范废旧纺织品交易具有指导作用,对于逐步建立健全纺织品回收利用标准体系具有重要意义。(来源:中国纺织报)

### 《服装定制通用技术规范》等 13 项 服装标准 2018 年 7 月 1 日实施

2018年7月1日,由全国服装标准化技术委员会(SAC/TC 219)归口管理的13项服装领域国家标准将正式实施。其中,GB/T 35270—2017《婴幼儿背带(袋)》、GB/T 35447—2017《服装定制通用技术规范》、GB/T 35448—2017《婴幼儿学步带》、GB/T 35458—2017《游戏服装》、GB/T 35459—2017《中式立领男装》、GB/T 35460—2017《机织弹力裤》6项标准为首次发布;GB/T 2664—2017《男西服、大衣》、GB/T 2665—2017《女西服、大衣》、GB/T 2666—2017《西裤》、GB/

T 2668—2017《单服、套装规格》、GB/T 16160—2017《服装用人体测量的尺寸定义与方法》、GB/T 21980—2017《专业运动服装和防护用品通用技术规范》、GB/T 22044—2017《婴幼儿服装用人体测量的尺寸定义与方法》7项标准为修订发布。(来源:中国服装协会)

·科技快递·

### 阿里巴巴在中国香港推出人工智能时尚服饰概念店

2018年7月4日,阿里巴巴在香港理工大学推出人工智能时尚服饰概念店——“FashionAI”。消费者在店内拿起任何一件衣服,货架边的“镜屏”就会感应到商品信息并给出若干种时尚搭配选择。该概念店旨在展示阿里巴巴如何通过新零售技术创造独特的购物体验,为服饰零售业带来更多的想象空间和新机遇。店铺于7月5日至7日向公众开放。(来源:新华社)

### 世界上第一双石墨烯制成的运动鞋问世

英国著名越野品牌 inov-8 和曼彻斯特大学合作开发了世界上第一双用石墨烯制成的运动鞋。曼彻斯特大学石墨烯研究所的专家们为 inov-8 推荐了一种用石墨烯增强的橡胶底,特别适用于跑步和健身。目前的测试结果显示,用这种鞋底做成的运动鞋表现出较好的耐磨性,比普通跑鞋的耐磨性高出 1.5 倍。

石墨烯是地球上最薄的材料,它的强度是钢的 200 倍,是一种超轻量材料。inov-8 公司推出它的 G 系列运动鞋,也将是世界上第一个使用获诺贝尔奖材料的运动品牌。这个系列的鞋子已从 2018 年 6 月 22 日开始预售,正式销售时间是 2018 年 7 月 12 日。(来源:材料科技在线)



(上接第 58 页)

### 3 结论与展望

(1) 由于受到纱线架尺寸的限制,无法实现更高密度纱线的缠绕,所测纱线屏蔽效能范围有限,因而在织物设计时,无法模拟更高经纬密度的织物,不能完成较高水平防辐射性能织物的设计研发。

(2) 防电磁辐射纺织品测试仪不能实现对多层防电磁辐射纺织品的测试,有待于设计研发出能够单次测试多层防电磁辐射织物的防电磁辐射测试仪。

(3) 防电磁辐射纺织品测试仪质量较大,操作略有不便,有待于进一步设计研发轻便的仪器支架。



参考文献:

[1] FRANCO M. Advanced application of metallized fibers for electromag-

netic discharge and radiation shielding[J]. Journal of Coated Fabrics, 1991(1): 153.

[2] 谭松庭,章明秋,曾汉明.屏蔽 EMI 用导电高分子复合材料[J].材料工程,1998(5):6-9.

[3] UENG T H, CHENG K B. The leakage power density and electromagnetic shielding effectiveness of conductive woven fabrics[J]. Joint Texas Experimental Tokmak Electric News Gathering, 2001, 47(3): 71-75.

[4] CHENG K B. Production and electromagnetic shielding effectiveness of the knitted stainless steel, polyester fabrics[J]. Joint Texas Experimental Tokmak Electric News Gathering, 2000, 46(2): 42-52.

[5] 王素英. 平板型复合屏蔽材料屏蔽效能测试技术的研究[J]. 安全与电磁兼容, 1995(2): 18-20.

[6] 李刚, 将全兴, 孔冰. 平板型电磁屏蔽材料同轴测试方法[J]. 电讯技术, 1995, 35(3): 6-12.