

The Anti-Static Properties of Metallic Fiber Weft Knitted Fabric

Xi Zhu¹, Guangli Song¹, Jiman Wang²

¹Tianjin Polytechnic University, Tianjin, 300160

²Changshu Jinlong Machinery Co., Ltd, Jiangsu, 215500

Email: 19870709zx@163.com

Abstract: This paper focuses on the anti-static properties of metallic fiber weft knitted fabrics, which knitted on the computerized flat knitting machine. For the knit-ability and electrical conductivity of the metallic fiber, we mix the stainless steel fiber or copper fiber with acrylic yarn together, and knit into 1×1 rib fabrics. And then we test the anti-static properties of fabrics via surface charge density method. The data we get, indicates that the increasing the metal fiber content, the better the antistatic properties of the fabrics.

Keywords: metallic fiber; weft knitting; anti-static properties; surface charge density method

金属纤维纬编针织物抗静电性能的研究

祝 细¹, 宋广礼¹, 王继曼²

¹ 天津工业大学, 天津, 300160

² 江苏省常熟市金龙机械有限公司, 江苏, 215500

Email: 19870709zx@163.com

摘 要: 本文针对金属纤维的可编织性和导电性, 将不锈钢金属纤维、铜金属丝与腈纶纱在电脑横机上, 混织成针织纬编 1+1 罗纹组织织物, 再对所得织物进行织物抗静电性能的电荷面密度法测试, 分析所得数据, 研究表明织物中金属纤维含量的增加, 能显著提高织物的抗静电性能。

关键词: 金属纤维; 纬编; 抗静电性能; 电荷面密度法

1 前言

金属纤维因其优良的导电、导热、抗静电、防辐射、杀菌、抗污染等性能, 近年越来越受到人们的青睐。所谓“金属纤维”, 就是将金属材料制成纤维形状, 经多次多股拉拔、热处理等一套特殊工艺制成的, 每股有数千、数万根的纤维^[1], 金属纤维的电阻率在 $10^{-4} \sim 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 之间^[2]。根据纤维电阻率在 $10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下时可称其为抗静电(或导电)纤维^[2]的标准, 金属纤维是优良的抗静电纤维和导电纤维。

H. F. Lewis^[3]早在 1972 年就从金属纤维 Brunsmet 的发展情况出发, 详细介绍了当时金属纤维在各个领域的应用情况。日本学者中川威雄等^[4]在 1987 年的“金属纤维”一文中则介绍了金属纤维的各种制备方法及其多种性能用途。国内近几年, 多家公司利用金属纤维的优异性能同多种服用纺织纤维混纺, 已生产出符合质量标准的混纺纤维^[5-6], 用于开发抗静电服装, 以满足服用与产业用要求。2008 年, 比利时的 Bekaert

公司^[7]利用短金属纤维与粘合剂、添加剂均匀混合成溶浆, 经过进一步加工处理制成薄膜, 然后再在还原条件下将几层或多层薄膜经脱脂和烧结工艺, 最终制成多微孔的表面增强过滤介质, 这种过滤介质特别适合用于食品, 饮料, 化学和制药工业等领域。赵筛喜^[8]对抗静电卡其织物进行了设计及生产, 并对其抗静电效果进行了探讨。同时, 相关研究已表明^[9], 金属纤维抗静电织物的抗静电性能取决于金属纤维的含量和均匀性。当金属纤维含量大于 0.5% 时, 该织物具有一定的抗静电性能; 当纤维含量为 2%~5% 时, 该织物具有良好的抗静电性能; 当金属纤维含量大于 8% 时, 该织物除具有抗静电性能外, 还具有一定的电磁波屏蔽性能。

本次研究中, 是将不锈钢纤维、铜金属纤维与腈纶纱一起, 在 STOLL 电脑横机上混织 1+1 罗纹组织织物, 再对所得织物进行织物抗静电性能测试。研究表明, 金属纤维确实可以有效地加快静电荷逸散的速度, 降低针织物表面滞留的静电荷量, 从而起到抗静

电的效果。随着针织物中金属纤维含量的增加，其抗静电效果更加显著。

采用德国 STOLL 公司 CMS 320 TC 电脑横机，机号为 E6.2，编织 1+1 罗纹织物共 9 块。所用材料特性如表 1 所示：

2. 材料与设备

Table1. The material properties of used fiber
表 1. 所用纤维材料特性

材料名称	纱线细度	延伸率(%)	强度(cN/T)	材质	电阻值(Ω)	断裂功(mJ)
不锈钢纤维 A	0.03(mm)	27.90	4.85	316L	925	139.4
漆包线铜丝	0.08(mm)	18.53	3.00	2RBUF	3.20	126.2
腈纶纱	91.19(tex)	25.13	8.97	—	—	270.0

3. 织物抗静电性能测试

所用金属纤维织物编号及工艺参数如表 2 所示：

国际标准化组织(ISO)对织物的抗静电性能测试并未规定具体的方法，一般各国按自己的测试标准测试。这里根据我国 ZB W04008—89 所规定的测试方法^[10]，采用电荷面密度法测量含金属纤维织物的抗静电性能。利用摩擦板、法拉第筒和 8840A 多用数字表进行测试，变异系数小于 4%。

实验准备：摩擦布用 45cm×45cm 的腈纶织物，沿其长边方向卷绕在一根长约 40cm 的硬质聚氯乙烯管上，卷绕 5 周，作为摩擦棒。这里腈纶与腈纶摩擦，其中必有一块织物带正电荷，另一块带负电荷。从实验结果来看，摩擦后试验样品织物带负电荷，摩擦棒带正电荷。

摩擦板的制作：在 32cm×30cm、厚 3mm 的铝板上，包覆一块 40cm×45cm 与摩擦布相同织纹的布，铝板的四周用厚 50μm 以上，宽 2μm 以上的聚酯双面胶

带将摩擦布四周包卷平整，铝板用聚乙烯包覆的金属线接地。

实验操作：将试样片固定在摩擦台上，试样片长边方向一端留出 26cm，另一端缝成套状，缝边留出 1cm，套入绝缘棒，试样平放。然后手持摩擦棒的两端均匀加压，紧握摩擦棒，从前方位拉回胸前的方式在试样片上摩擦，摩擦 1 次使用时间 1s，连续摩擦 10 次之后，立即将试样片尽量保持与摩擦台平行的状态下向上提起。提起分离的时间控制在 1s 以内，之后直接插入法拉第筒中，在这一过程中试验片离开人体和其他物体 30cm 以上。试样片投入法拉第筒中之后，立即读取静电荷量数值 q，根据公式： $q_0=q/A$ (A 为与摩擦棒相摩擦的试样片的面积，单位：m²)换算织物电荷面密度 q₀。抗静电织物的 q₀ 应在 7.0μC/m² 以内。

测试时，每块试样重复测试 5 次，每次测试前都需对摩擦棒、摩擦板等消电。所得实验数据如表 3 所示：

Table2. Fabric parameters
表 2. 织物工艺参数

织物编号	腈纶纱(根)	不锈钢纤维(根)	铜丝(根)	NP 值	P _A (纵行/10cm)	P _B (横列/10cm)	金属纤维含量(%)	线圈长度(mm)
1	1	1		11	42	68	6.77	5.71
2	1	1		11.5	40	62	6.61	6.34
3	1	1		12	38	60	6.31	7.68
4	1	1		13	40	52	6.24	8.45
5	1	1		14	38	44	6.21	9.38
6	1	2		12	38	60	11.87	7.59

7	1	3		12	36	62	17.06	7.47
8	1			12	38	58	0	8.55
9	1		1	12	32	58	37.00	7.62

Table3. The data of the stainless steel fiber anti-static properties test

表 3. 金属纤维织物抗静电性能测试数据表

织物 编号	试样片尺寸(长× 宽)/cm	试样片面积/10 ⁻⁴ m ²	静电电荷量/nC						电荷面密度 ($\mu\text{C}/\text{m}^2$)
			1	2	3	4	5	平均	
1	19.7×19.4	382.18	-32	-34	-34	-33	-32	-33.0	0.863
2	21.5×19.4	417.10	-32	-36	-34	-34	-36	-34.4	0.825
3	19.7×20.7	407.79	-32	-35	-30	-35	-35	-33.4	0.819
4	21.0×21.0	441.00	-33	-40	-40	-39	-34	-37.2	0.846
5	23.5×21.9	514.65	-34	-46	-44	-48	-37	-41.8	0.812
6	17.0×21.3	362.10	-4	-5	-3	-3	-4	-3.8	0.105
7	16.3×22.5	366.75	-3	-4	-2	-3	-2	-3.2	0.087
8	18.5×20.7	382.18	-185	-192	-188	-183	-187	-187	4.893
9	19.0×26.0	494.00	-57	-56	-58	-51	-54	-57.2	1.158

4. 结果与讨论

从不锈钢纤维与铜纤维的电阻来看,铜纤维的导电性明显好于不锈钢纤维,但是通过表 3 的数据可以看到铜纤维交织织物的抗静电性能反而不及不锈钢纤维混织织物。分析可能原因:其一是由于实验所用铜纤维外层是漆包线,可以说它是绝缘的,在织物串套线圈中即使串套也彼此绝缘,没有联接,而不锈钢纤维不一样,在织物中彼此相互接触联接,可形成各个导电路径,增加了静电荷逸散的速度;其二是在所编织的铜纤维嵌织织物中,铜纤维有很多断裂,铜纤维的断裂会使铜纤维导电路径的断开,从而严重影响了交织织物的抗静电性能。同时我们发现未加入金属纤维的 8 号织物其电荷面密度为 $4.893\mu\text{C}/\text{m}^2$ 也在 $7.0\mu\text{C}/\text{m}^2$ 以下,说明我们用的腈纶纱本身也具有一定的抗静电性能。但是随着机械,电子等产业的进步和对超净室洁净度要求的更加严格,对防尘服的性能要求也更高^[2],电荷密度一般要求小于 $4\mu\text{C}/\text{m}^2$ ^[11];在电子工业领域,0.1 μm 左右的微粒子就会造成一定的危害^[2]。加入了金属纤维的针织物,静电荷的逸散速率明显高于 8 号纯腈纶织物,且所测得的织物电荷面密度均低于 $4\mu\text{C}/\text{m}^2$,这就为要求高的抗静电产品的开发

提供了一个新的途径和思路。

从数据中可以发现,织物的电荷面密度值随着不锈钢纤维含量的增加而有显著降低,这说明针织物中金属纤维含量增加,织物抗静电性能增强。

图 1 是根据所测定的各块针织物中不锈钢金属纤维所占比例以及所对应的电荷面密度数值的关系图表。

从图 1 中,我们较直观地看到不锈钢金属纤维含量越高,织物的抗静电效果越好,不锈钢纤维含量与织物抗静电性能呈一定正比例关系,加入不锈钢金属纤维后可显著提高织物抗静电性能。

5. 结论

a. 在电脑横机上将金属纤维与腈纶纱混织成功,说明金属纤维具有可编织性;

b. 通过电荷面密度法对织物抗静电性能进行实验研究,发现针织物抗静电性能随着不锈钢纤维含量的增加而有显著提高,并呈一定正比例关系,加入不锈钢金属纤维后,针织物抗静电性能得到显著提高;

c. 铜丝虽然内阻小,但由于在织物中有很多断裂,以及铜的外层包有一层锡膜,所以并没有表现出比不锈钢纤维优越的抗静电性能。

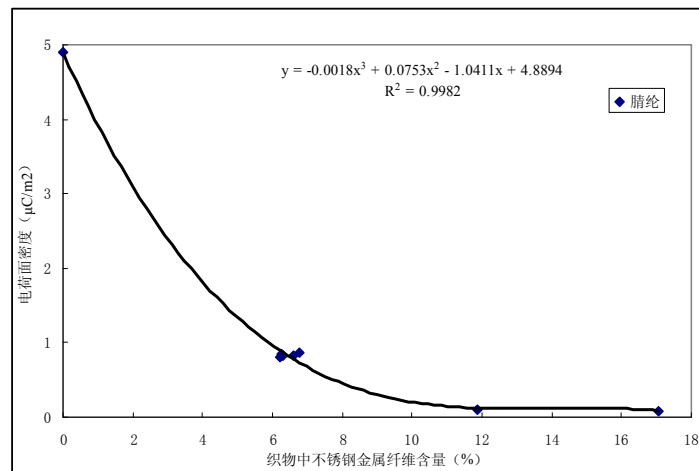


Figure 1. The relationship between the stainless steel fiber and the knitted fabric anti-properties

图 1. 不锈钢纤维含量与织物抗静电性能的关系

References (参考文献)

- [1] Zhengping Xi. Application Prospects of Metallic Fiber [J]. Metal World, 2000(05): 7-9.
奚正平. 金属纤维应用前景[J]. 金属世界, 2000(05): 7-9.
- [2] Shaojun Jiang. Development and Application of Anti-static Fabric [J]. Jiangsu Textile, 2002 (09): 42-45.
蒋少军. 抗静电织物的开发和应用[J]. 江苏纺织, 2002 (09): 42-45.
- [3] H.F. Lewis, EE (Brunswick GmbH, Frankfurt). Recent Developments in Metal Fiber Applications [J], Textile Institute and Industry, 1972(07): 199-203.
- [4] Translated by Jiaxiang Zhao, Proofed by Kuanglun Wei. Nakagawa Takeshi. Metal fiber. Technical Textiles, 1987(02): 54-58.
赵家祥 译, 魏匡伦 校, 中川威雄等著[J]. 金属纤维. 产业用纺织品, 1987(02): 54-58.
- [5] Longgao Ma, Jiazhi Ren, Heqin Song. Development of Modal and Metallic Fiber Blended Yarn [J]. Cotton Textile Technology, 2010(05): 34-35.
马隆高, 任家智, 宋荷琴. Modal 纤维与金属纤维混纺纱的开发[J]. 棉纺织技术. 2010(05): 34-35.
- [6] Yuncan Yang. Spinning of Cotton Metallic Fiber Blended Yarn. Cotton Textile Technology, 2010(05): 31-33.
杨云灿. 棉与金属纤维混纺纱的纺制[J]. 棉纺织技术, 2010 05): 31-33.
- [7] Inge Schildermans, Dominique Santens, Bekeart. Developing New Media Based on Short Metal Fibers [J]. Filtration + Separation. Jan Special issue, 2008(02): 7-10.
- [8] Shaixi Zhao. Development of Antistatic Fabric [J]. Progress in Textile Science & Technology, 2008(04): 45-46.
赵筛喜. 抗静电服装面料的开发[J]. 纺织科技进展, 2008(04): 45-46.
- [9] Chengjie Shang. Functional Textiles [M]. Books of Printing Technology-Beijing: China Textile Press, 2006, 418-460.
商成杰. 功能纺织品[M]. 印染新技术丛书—北京: 中国纺织出版社, 2006, 418-460.
- [10] Ruiting Huo, Wenfang Yang, Junying Tian, Zhenya Gu. High-performance Protective Textiles [M]. Books of Textile Product Development-Beijing: China Textile Press, 2008, 232-291.
霍瑞亭, 杨文芳, 田俊莹, 顾振亚. 高性能防护纺织品[M]. 纺织产品开发丛书—北京: 中国纺织出版社, 2008, 232-291.
- [11] Rongzhen Li, Zairong Tao, Jingle Hua, Qinyun Wang. Recent development and application of conductive fiber [J]. Jiangsu Textile, 1999(05): 12-13.
李荣珍, 陶再荣, 华靖乐, 王琴云. 导电纤维的开发现状及应用[J]. 江苏纺织, 1999(05): 12-13.