

DOI: 10.19333/j.mfkj.2018050100304

光学投影显微镜与电子显微镜检测山羊绒和羊毛纤维细度的结果比较

张 焯

(宁波市纤维检验所 浙江 宁波 315048)

摘 要: 分别采用光学投影显微镜及计算机与图像处理相结合的电子显微镜对不同直径的山羊绒及羊毛纤维进行细度检测, 研究 2 种仪器测量结果的相关性。在常规统计分析的基础上, 运用方差检验(F 检验法) 和平均值检验(t 检验法) 评价检测结果的精密度与一致性。结果表明: 在置信概率 95% 的条件下, 2 种仪器对于纤维细度的检测结果没有显著性差异, 且精密度一致。建议 GB/T 10685—2007《羊毛纤维直径试验方法 投影显微镜法》修订时, 考虑增加应用计算机图像技术的电子显微镜法检测纤维细度。

关键词: 光学投影显微镜法; 电子显微镜法; 纤维细度; 结果比较; 方差分析

中图分类号: TS 101.921.2

文献标志码: A

Comparison of cashmere and wool fiber fineness results detected by optical projection microscope and electronic microscope methods

ZHANG Ye

(Ningbo Fibre Inspection Institute, Ningbo, Zhejiang 315048, China)

Abstract: The fineness of cashmere and wool fiber were measured using the traditional optical projection and computerized microscope combined with image processing, the correlation between the results of them were studied. On the basis of conventional statistical analysis method, variance test (F test) and mean value test (t test) were used to evaluate the accuracy and consistency of the measure results. The results show that: under the condition of 95% confidence probability, there is no significant difference between the two instruments for fiber fineness detection, and the precision of the two instruments is the same. It is suggested that when standard GB/T 10685—2007 "wool fiber diameter test method projection microscope" is revised, the electronic microscope method can be considered to be used.

Keywords: optical projection microscopy method; electron microscope method; fiber fineness; result comparison; variance analysis

羊毛作为天然动物纤维, 一直是毛纺织工业的重要原料。目前, 中国已经成为世界上最大的羊毛生产国, 同时也是世界上最大的羊毛加工国^[1]。从羊毛本身来看, 其最重要的特征是纤维的细度, 除长度外, 羊毛其他特性, 如卷曲、髓腔等, 几乎都与纤维的细度相关或直接由细度决定^[2]。因此, 纤维细度是衡量其品质和价值的主要因素, 纤维细度的测量

受到了相关研究人员的极大关注^[3]。

纤维细度是用纤维的直径或截面面积来表示, 其离散程度是纤维产品品质的重要指标, 不仅与纤维强力、刚性及形变密切有关, 而且直接影响成纱过程的可纺性能以及最终织物的手感、风格。细度离散较大的纤维容易导致纱线不匀及纱疵^[4-6]。通常, 动物毛绒纤维的细度直接用直径表示^[7], 传统的测试方法是采用光学投影显微镜仪, 在暗室中将纤维放大 500 倍进行测量, 对环境要求较高且耗时长, 检测人员易疲劳, 受人为因素影响较大, 导致检测效率较低^[8]; 而采用数字图像处理技术, 对获得

收稿日期: 2018-05-15

作者简介: 张焯, 本科, 主要从事常规纺织纤维及特种毛绒的检测与研究, E-mail: 387906774@qq.com。

的纤维灰度图像进行处理,由计算机自动完成数据的测量与计算,不仅可以大大缩短检测周期,而且也有利于测量精度的提高^[9]。

本文分别采用传统的光学投影显微镜法与电子显微镜法,对不同直径的羊绒及羊毛纤维进行细度检测,并对检测结果进行分析研究。

1 检测原理

1.1 光学投影显微镜法

利用光学投影显微镜,把纤维片段的映像放大 500 倍并投影到屏幕上,用楔形尺测量屏幕圆内的纤维直径,逐根记录测量结果,计算纤维平均直径。

1.2 电子显微镜法

电子显微镜检测系统由计算机、摄像机、显微镜、打印机及检测软件组成,使用计算机数字图像处理技术,将纤维形态显示在电脑屏幕上,用鼠标点击图标进行直径测量^[10],并自动计算结果。

2 设备与材料

2.1 设备

CYG-055 型光学显微投影仪(上海光学仪器研究所),PS-AWT2 型电子显微细度仪(北京佳朋方圆科贸有限公司),纤维切片器,放大 500 倍毫米刻度楔形尺,液体石蜡,载玻片,盖玻片等。

2.2 材料

选用不同细度分梳山羊绒、洗净羊毛、精梳羊毛条等纤维样品,样品产地见表 1。

表 1 样品产地

试样编号	名称	产地	试样编号	名称	产地
1	白色山羊绒	内蒙古	6	66 支洗净羊毛	澳大利亚
2	紫色山羊绒	内蒙古	7	66 支羊毛条	新疆
3	紫色山羊绒	内蒙古	8	64 支羊毛条	澳大利亚
4	80 支羊毛条	澳大利亚	9	60 支洗净羊毛	阿根廷
5	70 支羊毛条	澳大利亚	10	58 支洗净羊毛	新疆

3 检测方法

依据 GB/T 10685—2007《羊毛纤维直径试验方法 投影显微镜法》测量,为减少误差,测量纤维根数选择 500 根。

3.1 试验条件

将检测样品放置在 GB/T 6529—2008《纺织品调湿和试验用标准大气》规定的大气条件下,调湿 12 h 以上,使样品达到吸湿平衡(前后 2 次称量不超过 0.25%)。

3.2 样品制备

按标准 GB/T 10685—2007 规定,散毛采用多点法取样,取样品约 30 g;毛条取样不少于 10 根,放在标准大气中调湿 24 h,用纤维切片器切取 0.2~0.4 mm 的纤维片段,放在滴有液体石蜡的表面皿上,用镊子搅拌,使之均匀分布在介质中,取适量放到载玻片上,盖上盖玻片,需注意纤维量不能太多,要保证覆上盖玻片后不会有介质露出,避免纤维流失,数据不准确。将载有试样的同一载玻片分别在光学显微投影仪、电子显微细度仪上测量纤维直径。每组样品各制片 6 个,即测量 6 次。

3.3 测试方法

校准显微镜放大倍数,将制备好的载玻片放在显微镜的载物台上,调整盖玻片面对物镜,首先从载玻片的左上角开始调焦,按 S 型路线,测量视野内的每根纤维直径。

4 结果与分析

4.1 检测结果

每组样品分别在 2 种仪器上各检测细度 6 次,得到 6 组数据,分别计算平均值、标准差及方差;按式(1)计算 2 种仪器检测结果差异占二者平均值的百分比。检测结果及统计见表 2,2 种仪器检测结果差异统计见表 3。

表 2 纤维细度检测结果

样品编号	检测方法	平均细度/ μm	标准差	方差
1	光学显微镜	14.966	0.190	0.173
	电子显微镜	14.748	0.199	0.182
2	光学显微镜	15.926	0.350	0.319
	电子显微镜	15.551	0.303	0.277
3	光学显微镜	16.511	0.176	0.161
	电子显微镜	16.527	0.189	0.173
4	光学显微镜	17.078	0.348	0.318
	电子显微镜	17.061	0.182	0.166
5	光学显微镜	18.874	0.285	0.26
	电子显微镜	19.139	0.246	0.224
6	光学显微镜	20.273	0.205	0.187
	电子显微镜	20.302	0.229	0.209
7	光学显微镜	20.956	0.192	0.175
	电子显微镜	21.249	0.167	0.152
8	光学显微镜	22.714	0.390	0.356
	电子显微镜	22.196	0.501	0.457
9	光学显微镜	23.351	0.273	0.249
	电子显微镜	23.153	0.312	0.285
10	光学显微镜	26.623	0.394	0.359
	电子显微镜	26.567	0.385	0.351

$$P = \frac{X_1 - X_2}{X} \times 100\% \quad (1)$$

式中: P 为 2 种仪器检测结果差异占二者平均值的百分比, %; X_1 为光学显微镜法检测结果平均值, μm ; X_2 为电子显微镜法检测结果平均值, μm ; X 为 2 种仪器检测结果平均值, μm 。

表 3 2 种仪器检测结果差异统计

样品编号	平均值 $X/\mu\text{m}$	结果差异 $(X_1 - X_2)/\mu\text{m}$	差异占比 $P/\%$
1	14.857	0.218	1.47
2	15.739	0.375	2.38
3	16.519	0.016	0.10
4	17.070	0.017	0.10
5	19.007	0.265	1.39
6	20.288	0.029	0.14
7	21.103	0.224	1.06
8	22.455	0.518	2.31
9	23.252	0.198	0.85
10	26.595	0.056	0.21

4.2 结果分析

由表 2、3 可以看出: 光学显微投影仪和电子显微细度仪对纤维细度的检测结果略有区别, 但 2 种仪器检测结果的差异占二者平均值的百分比均在 3% 以内, 按 GB/T 10685—2007 规定, 属于允许范围, 即 2 种仪器对于纤维细度的检测结果都符合要求。

为了进一步分析二者结果的差异程度, 本文采用方差检验 (F 检验法) 和平均值检验 (t 检验法) 来评价检测结果的精密度与一致性。

4.2.1 方差检验

方差是反映测量精密度的重要标志, 本文 2 种仪器检验采用的样品为同一总体, 2 组检验的自由度均为 5, 按式 (2) 分别计算检验统计量 $F(f_1, f_2)$ 。

$$F(f_1, f_2) = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (2)$$

式中: f_1 为光学投影显微镜法检验结果对应的自由度; f_2 为电子显微镜检测法检验结果对应的自由度; S_1^2 为 2 种检测方法数值较大的方差; S_2^2 为 2 种检测方法数值较小的方差。

在给定置信概率 p 下, 可查表得显著性检验的临界值 $F_p(f_1, f_2)$ 。

①当 $\frac{S_1^2}{S_2^2} \geq F_p(f_1, f_2)$ 时 2 组结果不属于等精密度测量。

②当 $\frac{S_1^2}{S_2^2} < F_p(f_1, f_2)$ 时 2 组结果属于等精密

度测量。

方差检验分析统计见表 4。

表 4 方差检验分析统计

样品编号	S_1^2	S_2^2	统计量 $F(5, 5)$
1	0.173	0.182	1.11
2	0.319	0.277	1.33
3	0.161	0.173	1.15
4	0.318	0.166	3.67
5	0.26	0.224	1.35
6	0.187	0.209	1.25
7	0.175	0.152	2.31
8	0.356	0.457	1.65
9	0.249	0.285	1.31
10	0.359	0.351	1.05

在置信概率 p 为 95% 条件下, 查表得显著性检验的临界值 $F_{95}(5, 5)$ 为 5.05, 从表 4 可以看出, 10 组样品的统计量 (F) S_1^2/S_2^2 均小于临界值 5.05, 表明 2 组结果属于等精密度测量值。

4.2.2 平均值检验

在使用 F 检验确定 2 组方差 S_1^2 和 S_2^2 没有显著性差异后, 按式 (3) 计算统计量 t :

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}} \quad (3)$$

式中: \bar{x}_1 为光学投影显微镜法检测的平均值; \bar{x}_2 为电子显微镜检测法检测的平均值; n_1 为光学投影显微镜法检测的试验次数; n_2 为电子显微镜检测法检测的试验次数; S_p 为 2 组检测的合并试验标准偏差, 按式 (4) 计算。

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (4)$$

其自由度为 $f = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$ 给定显著性水平 α , 按自由度 f 查表得到 t 分布临界值 $t_{\alpha, n-1}$ 。

①当 $t \leq t_{\alpha, n-1}$ 时, 认为 2 种检验结果一致, 结果满意。

②当 $t > t_{\alpha, n-1}$ 时, 认为 2 种检验结果不一致, 结果不满意。

平均值检验统计见表 5。

取显著性水平 $\alpha = 0.05$, 自由度 f 为 10, 查表得到 t 分布临界值 $t(0.05, 10) = 2.228$, 由表 5 可以看出: 10 组样品的 t 检验量均小于临界值, 表明 2 种仪器的检测结果没有显著性差异。

表5 平均值检验统计

样品编号	综合标准差 S_p	统计量 t
1	0.195	1.936
2	0.327	1.986
3	0.256	0.151
4	0.278	1.439
5	0.266	1.725
6	0.307	0.164
7	0.180	2.155
8	0.449	1.998
9	0.293	1.170
8	0.390	0.259

5 结 论

①在置信概率95%的条件下,光学投影法与电子显微镜法,对于山羊绒和羊毛纤维细度检测的结果没有显著性差异,2种仪器检测的精密度一致。

②由于投影法只能在暗室中进行,测试根数靠人工控制,而且测量时间比较长,速度较慢,结果计算繁琐,影响工作效率。而电子显微镜法,没有暗室环境限制,试验根数可事先设定,测量过程可自动对焦,自动计算,一定程度上减轻了检测人员的工作量,缩短检测时间,提高检测效率。因此建议GB/T 10685—2007修订时,考虑增加应用计算机图像技

术的电子显微镜法。

参考文献:

- [1] 王贝贝,肖海峰.基于偏离:份额分析法的中国羊毛产量结构与竞争分析[J].农业现代化研究,2016(3):255-261.
- [2] 邹友明,于伟东.国外羊毛细度检测的基础方法[J].中国纤检,2006(3):39-43.
- [3] 郭青,冯辉.全国主要地区绒山羊纤维细度分析及研究:一[J].中国纤检,2011,17:32-35.
- [4] 贾迎宾,杨建忠,李发洲.山羊绒纤维细度变异的研究[J].毛纺科技,2010,38(11):48-50.
- [5] 王德军.山羊绒细度的不同仪器测定方法的对比试验研究[J].宁夏农学院学报,2002(2):28-30.
- [6] 杨力生,郑俭熊,李素君.显微投影仪与激光投影仪测定羊毛细度的相关性分析[J].山东纺织科技,2004(6):31-33.
- [7] 韩宏学.羊毛细度测试方法综述[J].科技情报开发与经济,2002(5):73-74.
- [8] 郭天芬,高雅琴,常玉兰,等.2种仪器对羊毛细度检测结果的比对分析[J].甘肃农业大学学报,2008,43(4):44-46.
- [9] 王彦霞,栾文彦.采用数字图像处理技术测量羊绒细度研究[J].激光与红外,2002(4):121-123.
- [10] 贾志梅.国外山羊绒研究现状及展望[J].中国畜牧杂志,1994(6):55-57.